ISTRUZIONI SCIENTIFICHE PEI VIAGGIATORI.

MINISTERO DI AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO.

ISTRUZIONI SCIENTIFICHE

PEI

VIAGGIATORI

RACCOLTE

DA

ARTURO ISSEL

in collaborazione dei signori

GIOVANNI CELORIA, MICHELE STEFANO DE ROSSI, RAFFAELLO GESTRO, ENRICO GIGLIOLI
GUIDO GRASSI, ANGIOLO MANZONI
ANTONIO PICCONE, GUSTAVO UZIELLI E ARTURO ZANNETTI.

ROMA
TIPOGRAFIA EREDI BOTTA

1881

INDICE

DELLE

MATERIE CONTENUTE NEL PRESENTE VOLUME.

METEOROLOGIA.

GEOGRAFIA E TOPOGRAFIA.

ESPLORAZIONE DELLE PROFONDITÀ MARINE.

GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA.

ANTROPOLOGIA ED ETNOLOGIA.

ZOOLOGIA.

BOTANICA.

MINERALOGIA.

APPENDICE.

METEOROLOGIA ENDOGENA.

INTRODUZIONE.

Il pensiero di pubblicare un manuale di *Istruzioni scientifiche* pei viaggiatori mi fu suggerito nel 1873 dalle frequenti richieste di norme pratiche per la raccolta di oggetti naturali che venivano fatte ai miei colleghi naturalisti ed a me da ufficiali delle armate di terra e di mare, capitani marittimi, alpinisti e viaggiatori in genere, desiderosi di arricchire i nostri musei e di concorrere, secondo le proprie forze, al progresso della scienza.

A noi mancava infatti una guida, un *vade-mecum* che valesse a dirigere utilmente le ricerche e le osservazioni come avevano gli inglesi nell'aureo *Manual of scientific Enquiry* compilato da John Herschel (1).

Il compianto amico mio, luogotenente Eugenio Pescetto, accolse con molto favore questo pensiero e mi esibì di tradurlo in atto nella *Rivista marittima* che egli allora dirigeva. Io accettai volentieri l'offerta, ed ottenuto il concorso di alcuni competenti collaboratori, tracciai d'accordo con essi il programma dell'opera.

(1) Posteriormente l'esempio fu imitato dal dottor Neumayer e dai suoi collaboratori col pregiato lavoro intitolato: *Anleitung zu Wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der K. Marine* (Berlin, Oppenheim, 1875) e dal Kaltbrunner col *Manuel du Voyageur* (Zürich, Würster e C., 1879). Il primo è assai più tecnico e più scientifico del manuale inglese; il secondo è più esteso dal punto di vista didascalico, ma d'indole essenzialmente pratica.

Tra il 1874 e 1875 comparvero nella *Rivista marittima* i sei primi articoli di *Istruzioni scientifiche* coi titoli seguenti: *Astronomia*, *Geologia e Paleontologia*, *Botanica*, *Antropologia ed Etnologia*, *Esplorazione delle profondità marine*, *Geografia e Topografia*, dei cui estratti fu formato un volume, ma in piccolissimo numero di copie.

Dopo la morte prematura del Pescetto, avvenuta al principio del 1876, non uscì nella *Rivista* che un solo articolo della serie *(Mineralogia)*, e di poi, per circostanze che non giova ricordare, io dovetti ricorrere ad altro periodico, acciocchè la pubblicazione fosse continuata. Gli articoli relativi alla *Zoologia* e alla *Meteorologia* vennero però alla luce tra le *Memorie della Società geografica italiana* (vol. I).

Intanto io non poteva dissimularmi che la raccolta delle *Istruzioni*, così spezzata e distribuita tra una dozzina di fascicoli di due riviste, difficilmente sarebbe giunta completa fra le mani del viaggiatore ed avrebbe adempiuto all'ufficio cui era destinata. Di più mi pareva che alcune parti di essa fossero riuscite troppo diverse dalle altre per indole e per estensione. Laonde concepii il desiderio di promuovere una ristampa o meglio una rifusione di tutto il lavoro, affine di riunirlo in un corpo solo armonioso ed uniforme, di correggerne le imperfezioni, di arricchirlo di nuovi dati.

Mercè il buon volere del direttore della Statistica generale del Regno, mercè lo zelo dei miei collaboratori, che si sobbarcarono volontieri ad un'ingrata fatica di revisione, il mio desiderio è divenuto realtà e mi è concesso di presentare al pubblico le *Nuove istruzioni scientifiche pei viaggiatori*, le quali sono indubbiamente migliori delle antiche (1).

A. ISSEL.

(1) Furono principalmente accresciuti gli articoli relativi all'Astronomia, alla Botanica, alla Zoologia. L'articolo che concerne la Meteorologia endogena è nuovo di pianta. Per le aggiunte ci siamo giovati di recenti opere speciali e del lodevolissimo *Manuel du Voyageur* di Kaltbrunner.

ASTRONOMIA

PER

G. CELORIA.

PARTE PRIMA.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

I.

Preliminari.

Vi sono osservazioni astronomiche alle quali si può attendere anche lungi da un osservatorio con non piccolo vantaggio della scienza, specialmente da un viaggiatore portato ad eseguirle sotto latitudini diverse, in climi speciali, ed in condizioni talora singolarmente caratteristiche. Sono osservazioni che o non richiedono punto misure o strumenti di precisione, oppure possono essere fatte con strumenti di piccole dimensioni e facilmente trasportabili. Delle une e delle altre sarà qui trattato a parte; prima però al viaggiatore, che si prepara ad una peregrinazione più o meno lunga, non tornerà forse discaro il trovare qui raccolte alcune nozioni e notizie d'indole generale.

Chi intraprende un viaggio deve già aver deciso su quali questioni porterà specialmente la sua attenzione, ed allo scopo propostosi avere coordinati e preparati i mezzi di osservazione.

Chi non ama misure e strumenti, chi vuole soffermarsi all'osservazione di quei fenomeni generali che non richiedono un'intera cognizione dei metodi astronomici, chi viaggia in regioni ricche di specole, geograficamente note e nelle quali per conseguenza osservazioni di precisione, quali può fare un viaggiatore, diventerebbero superflue, basterà che si provveda di buone carte celesti. Un orologio comune da tasca gli darà sempre i dati del tempo con l'approssimazione di cui potrà abbisognare; un binocolo, o cannocchiale da teatro, oppure un modesto tubo cannocchiale, meglio se celeste, saranno sempre sufficiente aiuto al suo occhio nudo nei pochi casi in cui questo ne abbisognerà.

Il viaggiatore a cui o il proprio genio, o la natura dei paesi che vuol attraversare consigliano osservazioni e misure di precisione, dovrà necessariamente provvedersi: 1° di effemeridi astronomiche, 2° di cronometro, 3° di strumento atto a misure angolari, il quale potrà essere o uno strumento a riflessione, sestante o circolo, oppure un teodolite. Un barometro e un termometro, pei quali altrove saranno date le necessarie notizie, completeranno il suo materiale d'osservazione.

Durante il viaggio ogni istante di tempo diventa prezioso; prima di partire bisogna quindi già avere studiato a fondo e presa una conoscenza intera degli strumenti che si vogliono adoperare, dei fenomeni che s'intende osservare, dei metodi d'osservazione che si devono applicare. Non basta avere da natura attitudine e spirito di osservazione; l'una e l'altro vogliono essere perfezionati coll'esercizio, direi quasi disciplinati.

La curiosità è un dono prezioso per chi viaggia; ma se irrequieta, se vaga senz' ordine dall'una all'altra cosa diventa un dono fatale:

> ......sempre l'uomo in cui pensier rampolla
> Sovra pensier, da sè dilunga il segno,
> Perchè la foga l'un dell'altro insolla.

La contemplazione mistica entusiastica dei fenomeni celesti è la negazione delle osservazioni astronomiche; per osservare ci vuole ordine e metodo; chi osserva deve avere un'idea chiara e precisa dei diversi fenomeni, dei caratteri che nei medesimi trattasi di colpire; rivolgere ad essi fissa la sua attenzione, ma un'attenzione intensa, non distratta, continuata.

II.

Carte celesti.

Di buone carte celesti non c'è difetto. C'è l'Uranometria nuova di Argelander, l'Atlante celeste di Dien; ci sono gli Atlanti stellari di Proctor; c'è il nuovo Atlante celeste di Heis, l'Uranometria argentina di Gould, l'Atlante del cielo australe di Behrmann (1). Se io avessi ad

(1) F. Argelander, *Neue Uranometrie* — Berlin, Simon Schropp, 1843. — C. Dien, *Atlas céleste* — Paris, Gauthier-Villars, 1865. — R. Proctor, *A new large star atlas* — London. — R. Proctor, *A new star atlas* — London, Longmans, Green and C., 1872. — E. Heis, *Atlas cœlestis novus* — Coloniæ ad Rhenum, Du Mont, Schauberg, 1872. — B. A. Gould, *Uranometria argentina* — Cordoba, 1878. — C. Behrmann, *Atlas des südlichen gestirnten Himmles* — Leipzig, F. A. Brockaus, 1874.

intraprendere un viaggio sceglierei l'Atlante di Heis e quello di Behrmann. Il primo contiene tutte le stelle visibili ad occhio nudo dall'Europa media, e va dal polo boreale fino ad oltre 30 gradi di declinazione australe; il secondo si estende alla callotta dell'emisfero sud limitata dal parallelo che corre a 20 gradi dall'equatore, ed abbraccia tutte le stelle visibili ad occhio nudo. Con questi due atlanti alla mano si ha quanto basta per studiare ad occhio nudo il cielo sotto qualunque latitudine.

A chi non amasse questi due atlanti possono forse tornar gradite le seguenti notizie. L'Uranometria nuova di Argelander per la più gran parte si riferisce al cielo boreale, e sovr'essa è modellato l'Atlante di Heis; questo però contiene un maggior numero di stelle, ed è preferibile al suo prototipo pel modo con cui disegna la Via Lattea. L'Uranometria di Gould è un lavoro mirabile, si riferisce in ispecie al cielo australe, ma, il costo a parte, ha dimensioni troppo grandi per un viaggiatore. L'Atlante celeste di Dien è pregevolissimo; contiene in 24 carte più di 100000 stelle, ed estendesi a tutto il cielo sì boreale che australe; ma il gran numero di stelle qualche volta confonde, la Via Lattea non vi è rappresentata, e le stelle vi sono disegnate non direttamente guardando il cielo, ma traendone le posizioni dai cataloghi. Gli atlanti stellari di Proctor abbracciano tutto il cielo; quello ricordato per secondo in ispecie è una guida utilissima per imparare a conoscere le stelle, ma di esso poco o nulla potrebbe giovarsi il viaggiatore nelle proprie osservazioni.

Per mezzo di carte celesti si arriva a conoscere il cielo in breve tempo, e più facilmente di quanto in generale si creda. Nelle nostre latitudini conviene partire dall'Orsa Maggiore, caratterizzata da sette stelle, che pel loro splendore saltano tosto all'occhio di chi si rivolge a Nord, e così relativamente disposte, come indica la figura a lato. La linea che va dalla stella β alla α, prolungata dalla parte di quest'ultima, conduce sulla stella polare. Da questa e dalle stelle della grand'Orsa, in modo analogo, per mezzo di allineamenti successivi, si arriva ad individuare tutte le altre stelle. Meglio si riesce se cominciasi dalla più splendente, e si passa in seguito alle minori.

L'uso delle carte celesti nelle osservazioni, che di esse han duopo,

non abbisogna di norme speciali: una sola precauzione è necessaria. La pupilla del nostro occhio si dilata nell'oscurità, si contrae alla luce; l'occhio abituato a molta luce perde la sua sensibilità per le luci deboli e per le deboli gradazioni di luce; la riacquista a poco a poco nell'oscurità. In generale quindi nelle osservazioni del cielo fatte ad occhio nudo e con carte bisogna cercare la minor luce possibile, evitare i luoghi o direttamente molto illuminati od abbagliati dallo splendore delle lampade delle strade. Una lampadina a mano con paralume basta a dare la luce necessaria ogni volta occorra consultare le carte, far disegni sovr' esse, o scrivere notizie; rialzando gli occhi verso il cielo occorre un certo tempo prima che essi riprendano tutta la loro sensibilità.

III.

Cannocchiali.

Anche in Italia si fanno ora buoni cannocchiali, e l'officina filotecnica di Milano lotta con successo colle migliori fabbriche estere.

La scelta di un buon cannocchiale non è senza difficoltà. Se trattasi di un binocolo o di un tubo terrestre conviene rivolgerlo ad un edifizio vivamente illuminato dal sole; le imagini devono apparire perfettamente simili agli oggetti guardati; i contorni o rettilinei o curvilinei di questi ultimi conservarsi inalterati o rettilinei o curvilinei nelle imagini; le linee e i piani ricorrenti nei cornicioni ricorrere ancora nelle immagini; i contorni delle imagini non devono mostrare frangie colorate. Pei binocoli bisogna badare inoltre che la distanza degli assi dei tubi metallici ond'essi risultano, se immutabile, sia perfettamente uguale alla distanza che separa l'uno dall'altro gli assi dei due occhi di colui al quale i binocoli stessi sono destinati.

Fraunhofer dava una regola molto semplice per giudicare della bontà di un cannocchiale. Si disegnino sopra un foglio di carta delle piccole figure geometriche regolari, quadrati o circoli di un centimetro e mezzo a due di lato o di diametro; si rendano intensamente neri gli spazi racchiusi dai contorni di ciascuna figura; si collochino le figure così disegnate a distanze fra i 50 e gli 80 metri, e le si guardino col cannocchiale. Le figure devono comparire perfettamente regolari ed inoltre uniformemente nere in tutta la loro estensione, non mai apparire più pallide o grigiastre verso il contorno; devono appena mostrarsi circondate da una tenue aureola bleu.

Questa prova di Fraunhofer è utilissima ancora pei cannocchiali

celesti come sono appunto quelli degli strumenti usabili da un viaggiatore. I medesimi portano inoltre nel piano focale dell'obbiettivo il micrometro, formato in generale dal crocicchio di due fili tesi ad angolo retto. La linea che dal punto d'incontro dei due fili va al centro ottico dell'obbiettivo, o più precisamente al secondo punto principale di questo, determina la linea di collimazione o linea di fiducia del cannocchiale. Tale linea deve coincidere coll'asse meccanico del tubo onde il cannocchiale risulta, e lo si prova girando appunto il cannocchiale attorno a quest'ultimo asse, ed osservando se il crocicchio dei fili del micrometro copre costantemente uno stesso punto dello spazio.

Nei cannocchiali, di qualunque natura essi siano, bisogna inoltre badare all'ingrandimento. Nei binocoli questo è sempre assai piccolo, nè può essere altrimenti; nei tubi, sia terrestri, che celesti, l'ingrandimento è un utilissimo criterio di giudizio, poichè, se troppo piccolo, esso maschera tutti i difetti del cannocchiale; un cannocchiale come quello annesso ad un buon teodolite deve avere un ingrandimento fra 30 e 70 volte.

Già Galileo insegnava un modo spiccio per giudicare dell'ingrandimento. Dirigasi il cannocchiale su di un piano diviso in parti uguali, per esempio su di un tetto del quale le tegole possono considerarsi come le parti uguali. Con un occhio si guardi direttamente il tetto, coll'altro lo si guardi attraverso al cannocchiale; si numerino quante tegole nell'occhio nudo occupino l'estensione di una tegola ingrandita nell'occhio armato, e il numero trovato esprimerà l'ingrandimento.

Quest'altro metodo conduce a più preciso valore, sempre che fra l'obbiettivo e l'oculare non sia prossimamente al primo posto ad arte un diaframma che ne scemi l'apertura utile. Si rivolga al cielo o ad una regione illuminata l'obbiettivo del cannocchiale, si guardi, tenendo l'occhio ad una certa distanza, quel disco intensamente luminoso (anello oculare), che in tal caso vedesi nell'oculare; se ne stimi, o meglio, se ne misuri il diametro; pel medesimo, espresso in una certa unità, si divida il diametro dell'obbiettivo, espresso naturalmente nell'unità stessa, ed il rapporto sarà l'ingrandimento.

Durante il viaggio le lenti del cannocchiale devono essere con cura riparate dal contatto diretto, immediato dell'atmosfera. Se ciò malgrado esse si offuscano, comincisi dal passare loro leggermente sopra con un pannolino o con pelle di guanto, e se il rimedio non basta, si strofinino leggierissimamente le superficie loro con fiore di zolfo, le si lavino in seguito con alcool puro e bene si asciughino con un pannolino.

IV.

Effemeridi astronomiche.

Le effemeridi astronomiche valgono in generale soltanto per un anno, e vengono regolarmente pubblicate due o tre anni prima di quello al quale si riferiscono. Se ne stampano a Londra (1), a Parigi (2), a Berlino (3), a Cadice (4), a Washington (5). Fra tutte, io, dovendo viaggiare, darei la preferenza all'almanacco nautico inglese.

Tutte le effemeridi danno nell'introduzione le indicazioni necessarie all'intelligenza del loro contenuto; qui basti il notare che quasi mai si possono direttamente ed immediatamente usare i dati delle effemeridi; questi in generale valgono per un istante di tempo che non è quello del quale è questione, e a questo secondo istante vogliono per conseguenza essere prima ridotti. Lo si fa per mezzo di interpolazione.

Sieno $a\ a_1\ a_2\ \ldots$ i valori numerici di una certa funzione, corrispondenti ad istanti di tempo $t\ t_1\ t_2\ \ldots$ equidistanti fra loro, sicchè sia $t_1 - t = t_2 - t_1\ \ldots$; si cerca il valore numerico A della funzione stessa corrispondente ad un istante di tempo T compreso fra t e t_1.

Posto il quadro seguente:

$$\begin{array}{llllll}
a & & & & & \\
 & \ldots a' & & & & \\
a_1 & & \ldots a'' & & & \\
 & \ldots a_1' & & \ldots a''' & & \\
a_2 & & \ldots a_1'' & & \ldots a^{\mathrm{IV}} & \\
 & \ldots a_2' & & \ldots a_1''' & & \ldots a^{\mathrm{V}} \\
a_3 & & \ldots a_2'' & & \ldots a_1^{\mathrm{IV}} & \\
 & \ldots a_3' & & \ldots a_2''' & & \\
a_4 & & \ldots a_3'' & & & \\
 & \ldots a_4' & & & & \\
a_5 & & & & &
\end{array}$$

nel quale si ha rispettivamente:

(1) *The Nautical Almanac and astronomical Ephemeris.*

(2) *Connaissance des temps ou des mouvements célestes publiée par le Bureau des longitudes.*

(3) *Berliner Astronomisches Jahrbuch.*

(4) *Almanaque nautico calculado en el Observatorio de marina de la ciudad de San Fernando.*

(5) *The American Ephemeris and Nautical Almanac.*

$$a' = a_1 - a \qquad a'' = a_1' - a' \qquad a''' = a_1'' - a''$$
$$a_1' = a_2 - a_1 \qquad a_1'' = a_2' - a_1' \qquad a_1''' = a_2'' - a_1''$$
$$a^{IV} = a_1''' - a''' \qquad a^{V} = a_1^{IV} - a^{IV} \qquad \ldots\ldots$$
$$a_1^{IV} = a_2''' - a_1''' \qquad \ldots\ldots$$

posto ancora:

$$\frac{T-t}{t_1-t} = n$$

sarà:

$$A = a + n\,a' + \frac{n\,(n-1)}{2}\,a'' + \frac{n\,(n-1)\,(n-2)}{2\,.\,3}\,a''' +$$
$$+ \frac{n\,(n-1)\,(n-2)\,(n-3)}{2\,.\,3\,.\,4}\,a^{IV} + \ldots\ldots$$

Il breve quadro numerico che segue dà i valori dei coefficienti di a'', a''', a^{IV}, corrispondenti a valori di n compresi fra 0.1 e 0.9.

Valore di n	Coefficiente di a''	Coefficiente di a'''	Coefficiente di a^{IV}
+	—	+	—
0.1	0.045	0.028	0.02
0.2	0.08	0.048	0.03
0.3	0.105	0.060	0.04
0.4	0.12	0.064	0.04
0.5	0.125	0.062	0.04
0.6	0.12	0.056	0.03
0.7	0.105	0.045	0.03
0.8	0.08	0.032	0.02
0.9	0.045	0.016	0.01
+	—	+	—

Del resto nei calcoli che possono aversi ad eseguire durante il viaggio stesso mai si dovrà spingere l'interpolazione fino ad usare le differenze quarte, il termine in a^{IV} nella formula precedente; al più, e questo in rari casi, si dovrà tener conto nella formola stessa del termine in a'' ossia delle differenze seconde.

Nei calcoli numerici che il viaggiatore può avere ad eseguire du-

rante il viaggio medesimo basteranno sempre inoltre i logaritmi a cinque decimali come sono quelli dati dalle tavole di Bremiker, di Lalande oppure di August.

V.

Cronometri.

Il viaggiatore non può, per la misura del tempo, ricorrere a pendoli. Egli usa cronometri, nei quali, è noto, la tensione di una molla elastica dà la forza motrice, ed il bilanciere colle sue oscillazioni, cui esso può compiere in qualsiasi posizione, regola il movimento generato dalla molla.

In un viaggio un po' lungo e di qualche importanza, sono necessari parecchi cronometri; io vorrei averne almeno due da tasca, ed uno, o meglio, due grandi a scatola, *boxchronometer*.

Un cronometro per essere buono deve avere un andamento uniforme, deve cioè ogni giorno accelerare o ritardare di una stessa quantità; della grandezza dell'andamento, purchè uniforme, non cale; meglio è tenerne calcolo e non cercare di diminuirlo, perchè coll'andamento cambiasi in generale anche la compensazione.

Un buon cronometro a scatola, quando mantenuto in un medesimo sito, può avere un andamento anche di un solo mezzo secondo al giorno; l'andamento di un buon cronometro da tasca, anche quando non venga strapazzato, può salire fino a due o tre secondi al giorno.

Ad ottenere un andamento uniforme sono necessarie nell'uso del cronometro alcune cautele.

La temperatura agisce, quando muta, in doppio modo sul cronometro: muta le dimensioni del bilanciare e con esse la forza necessaria al suo movimento: muta l'elasticità della molla. La temperatura crescendo fa ritardare il cronometro, ed un grado di variazione in essa può produrre un cangiamento di 10 a 20 secondi nell'andamento diurno di questo. Per questo i cronometri sono compensati, ma in generale la compensazione può raggiungersi solo per una differenza di 20 gradi nella temperatura, e nella più gran parte dei casi essa estendesi a differenze di temperatura assai minori. Bisogna quindi mantenere il cronometro sempre entro temperaturo le cui differenze non superino il limite concesso dalla compensazione.

Il cronometro deve rimanere inoltre nella posizione in cui fu regolato. I cronometri a scatola sono regolati per la posizione loro orizzontale e bisogna che restino sempre in essa; nel regolare i crono-

metri da tasca in generale si ha riguardo a diverse posizioni loro, ma se vuolsi ottenere un andamento uniforme conviene mantenerli sempre in una stessa posizione, non posarli, ad esempio, orizzontalmente mentre in tasca stanno sospesi verticalmente.

Ogni scossa nuoce all'andamento di un cronometro; una rotazione rapidissima nel piano del bilanciere può arrestarne perfino l'oscillazione. I bilancieri che oscillano lentamente, e son quelli dei cronometri a scatola, soffrono assai più per una data scossa che non i bilancieri rapidamente oscillanti dei cronometri da tasca. Durante il cammino sono quindi preferibili buoni cronometri da tasca ai grandi cronometri a scatola; questi ultimi riprendono il loro vantaggio durante il soggiorno in un dato luogo.

La vicinanza di un forte magnete turba stranamente e rende irregolarissimo l'andamento di un cronometro; alla sua uniformità giova montare il cronometro sempre ad una stessa ora.

La sospensione cardanica è utile all'andamento dei cronometri soltanto in mare; per terra meglio si trasporta un cronometro a scatola mantenendolo ben fisso alle pareti della propria scatola.

VI.

Strumenti a riflessione.

Sestante a specchi. — Tipo degli strumenti a riflessione è il sestante a specchi. Esso risulta di un settore circolare graduato e di un'alidada mobile intorno al suo centro. Un arco di cerchio, due braccia, che partono dai suoi estremi, corrono nella direzione dei suoi raggi e vanno a riunirsi nel suo centro, formano il settore; un regolo che s'impernia nel centro del settore e ruota intorno ad esso forma l'alidada mobile.

Sull'estremo dell'alidada che corre lungo il lembo graduato trovasi un nonio; sull'estremo opposto e sul centro della rotazione è fissato per mezzo di tre viti uno specchio piano, perpendicolare al piano del sestante e mobile coll'alidada.

Di fianco a questo specchio, lo specchio grande o mobile del sestante, e lunghesso uno dei bracci del settore sorge perpendicolarmente al piano del settore un anello metallico, nel quale s'introduce per oggetti terrestri e vicini un semplice traguardo, per oggetti lontani o per corpi celesti un cannocchiale. L'anello può per mezzo di una vite essere mosso lungo una perpendicolare al piano del sestante, e permette quindi di avvicinare od allontanare da questo il cannocchiale. Il cannocchiale porta un micrometro formato da un filo tagliato a croce da due altri

fili paralleli fra loro, e deve durante le osservazioni essere disposto in modo che questi due ultimi fili riescano paralleli al piano del sestante.

Di fronte al cannocchiale, sull'altro braccio del settore, e pure invariabilmente per mezzo di tre viti ad esso unito, sta un secondo specchio, lo specchio fisso o minore del sestante, il quale copre una metà soltanto dell'obbiettivo del cannocchiale e lascia per conseguenza libero passaggio alle visuali che passano per la metà superiore dell'obbiettivo stesso.

Alcuni anelli metallici uniti a cerniera col piano del sestante, e mobili in un piano perpendicolare a quest'ultimo portano vetri diversamente colorati, i quali a seconda dei casi o non si utilizzano o si adoperano collocandone alcuni avanti allo specchio grande fra esso e lo specchio minore, altri al di là di quest'ultimo.

Si ruota l'alidada finchè l'immagine di un oggetto riflessa dallo specchio grande verso il piccolo, da questo verso l'obbiettivo del cannocchiale, e vista così attraverso a quest'ultimo dopo una doppia riflessione, copra esattamente l'immagine di un secondo oggetto che attraverso al cannocchiale vedesi direttamente. Quando ciò succede è noto che l'angolo formato nel punto di stazione dalle visuali ai due oggetti è doppio di quello formato dai piani dei due specchi.

L'angolo formato dai due specchi è uguale all'angolo di rotazione dell'alidada, e posto che quando lo zero del nonio dell'alidada coincide collo zero della graduazione del lembo i piani dei due specchi siano paralleli, può essere letto direttamente sul lembo graduato. In generale però la graduazione del lembo è così fatta che sovr' esso leggesi direttamente il doppio dell'angolo formato dai due specchi ossia l'angolo compreso fra le visuali ai due oggetti presi di mira.

Prove e rettifiche del sestante. — Il sestante ha tutti i caratteri che possono rendere gradito uno strumento al viaggiatore. È piccolo, leggero, maneggevole e pel trasporto contenuto in una sola cassetta. Con esso si ottengono risultati abbastanza precisi, ma l'osservatore dev'essere abile ed esercitato, lo strumento buono e con frequenza provato e rettificato. In un sestante:

1° — I due specchi devono essere perpendicolari al piano dello strumento: la verifica si fa a parte per ciascuno dei due cominciando dal grande; si porta l'alidada verso il mezzo del lembo, e tenendo con una mano lo strumento orizzontale press' a poco all'altezza dell'occhio si guarda nello specchio grande l'immagine della parte del settore che giace alla sua destra; se quest'immagine trovasi esattamente sul prolungamento del piano del sestante lo specchio è normale; se l'immagine appare più alta o più bassa la superficie anteriore dello specchio sarà inclinata verso il piano del sestante di un angolo acuto od ottuso,

e si correggerà il difetto per mezzo delle tre viti che legano lo specchio al piano del settore; ciò fatto si dispongono i due specchi press' a poco paralleli fra loro, poi, il sestante in mano, guardasi attraverso al cannocchiale un oggetto terrestre a contorni decisi e molto lontano, oppure un astro, e si muove leggermente l'alidada finchè l'immagine diretta dell'oggetto coincida perfettamente colla doppiamente riflessa; se questo succede i due specchi sono paralleli ed il piccolo è esso pure normale al piano del sestante; se questo non può in modo alcuno ottenersi il piccolo specchio non è normale, e tale lo si rende per mezzo delle tre viti che lo uniscono al settore;

2° — La linea di fiducia del cannocchiale dev'essere parallela al piano dello strumento; si dispongono parallelamente a questo piano i due fili paralleli del micrometro del cannocchiale, si scelgono due oggetti lontani l'uno dall'altro più che 90 gradi, si fa che le immagini loro, doppiamente riflessa l'una diretta l'altra, si sovrappongano esattamente su uno dei due fili paralleli, poi, senza toccare l'alidada, si muove il sestante finchè le due immagini cadano sull'altro filo; se la sovrapposizione loro è ancora perfetta la linea di fiducia è parallela al piano del sestante; se no si innalza o si abbassa l'estremità oculare fino ad ottenere la sovrapposizione delle immagini su ciascuno dei due fili paralleli; meglio riesce l'operazione se si scelgono due stelle, oppure il sole e la luna, oppure uno di questi due astri ed una stella; nel primo caso la sovrapposizione delle immagini si ottiene con gran precisione, nel secondo invece che la sovrapposizione delle immagini si cerca di ottenere il contatto dei loro contorni, nel terzo si fa che il centro del disco apparente della stella riesca tangente al contorno luminoso della luna o a quello del sole; in ciascuno dei casi sono da aversi quelle norme che s'usano nella misura di un angolo e delle quali sarà fra breve discorso;

3° — Quando lo zero del nonio coincide collo zero della graduazione del lembo i due specchi devono essere paralleli fra loro; coincidendo i due zeri si guarda attraverso al cannocchiale ed al piccolo specchio un oggetto terrestre molto lontano oppure un astro, e si osserva se l'immagine doppiamente riflessa dell'oggetto stesso copra con esattezza l'oggetto direttamente visto; se questo non succede si muove l'alidada finchè la sovrapposizione delle immagini sia perfetta; in tal momento i due specchi sono paralleli, e l'angolo segnato sul lembo graduato dallo zero del nonio è appunto l'*errore dell'indice*; raramente questo errore si può correggere; per questo bisognerebbe spostare il piccolo specchio per mezzo di due viti applicate ad esso parallelamente al piano del settore; si preferisce determinarlo con precisione ed applicarlo come correzione agli angoli misurati; se lo zero del nonio è

a sinistra dello zero della graduazione, questa procedendo da destra a sinistra, la correzione è negativa; se è invece a destra, la correzione è positiva;

4° — Il grande specchio deve essere terminato da due superficie piane e parallele: lo si rivolge ad un oggetto terrestre con contorni precisi e regolari o meglio ad un astro, di quell'oggetto o di quell'astro deve dare un'immagine unica ed anch'essa a contorni ben definiti; in ogni altro caso c'è difetto di parallelismo e bisogna cambiare lo specchio;

alla stessa condizione è bene che soddisfi anche il piccolo specchio, quantunque una forma prismatica in esso sia priva d'influenza dannosa, e produca solo un errore costante il quale si compenetra nell'errore dell'indice;

anche i vetri colorati offuscanti devono essere terminati da faccie piane e parallele, poichè solo in tal caso lasciano passare i raggi luminosi senza deviarli; si determina l'errore dell'indice col sole prima senza vetri offuscanti e con un vetro oculare colorato soltanto, poi facendo uso dei vetri offuscanti; se questi sono terminati da faccie piane e parallele i due errori devono riescire uguali; della forma prismatica dei vetri offuscanti si tien conto determinando l'influenza che ciascuno di essi ha sull'errore dell'indice;

si determina quest'ultimo errore colla luna o con una stella lucida prima senza vetri offuscanti, poi col vetro verde avanti al grande specchio, infine col vetro verde al di là dello specchio piccolo, e si ottiene così l'errore prodotto dai vetri stessi;

si determina l'errore dell'indice colla luna o col sole, quando questo sta vicino all'orizzonte, prima col vetro verde avanti al piccolo specchio e col rosso chiaro avanti al grande, poi col vetro verde avanti a quest'ultimo e col rosso chiaro avanti allo specchio minore ed in tal modo, noti essendo gli errori prodotti dai vetri verdi, si determinano quelli prodotti dai vetri rosso chiari; dall'errore che così si conosce d'ogni singolo vetro deducesi l'errore complesso prodotto dall'insieme dei due vetri verde e rosso chiaro avanti a ciascun specchio;

si determina l'errore dell'indice col sole una volta avendo i due vetri verde e rosso chiaro avanti allo specchio piccolo ed il solo vetro rosso scuro avanti al grande, una seconda volta avendo invece il vetro rosso scuro avanti allo specchio piccolo e l'insieme dei due verde e rosso chiaro avanti al grande; si paragonano i risultati ottenuti con quello determinato senza l'intervento di vetri offuscanti fra gli specchi e si ha nel primo e nel secondo caso l'errore complesso prodotto dai tre vetri verde, rosso chiaro e rosso scuro disposti avanti all'uno o all'altro specchio nel modo appena descritto; cogli errori così determinati si paragonano gli errori già noti prodotti dall'insieme dei due vetri verde e

rosso chiaro e si ottengono gli errori prodotti dai vetri rosso cupo avanti ai due specchi.

Misura di un angolo col sestante. — Il piano del sestante dev' essere parallelo a quello che passa per l'occhio dell'osservatore e per i due oggetti presi di mira; tenendo il sestante con una mano in modo che i suoi specchi stieno dalla parte superiore si guarda direttamente all'oggetto di sinistra e coll'altra mano si muove l'alidada finchè l' immagine dell'oggetto di destra doppiamente riflessa cade nel campo del cannocchiale; si arresta l'alidada, e colla vite dei piccoli movimenti si portano le due immagini a sovrapporsi; l'angolo segnato dallo zero del nonio, corretto per l'errore dell'indice, è l'angolo cercato.

Trattandosi di oggetti terrestri non troppo lontani bisogna inoltre tener conto della così detta parallasse dello strumento, e proveniente da ciò che il vertice dell'angolo misurato invece di coincidere col centro di rotazione dell'alidada trovasi nel punto d'incontro di due direzioni, delle quali l'una per la linea di fiducia del cannocchiale va all'oggetto direttamente visto, l'altra attraverso allo specchio grande va al secondo oggetto. Se p è la perpendicolare abbassata dal grande specchio sulla linea di fiducia, se d è la distanza dell'oggetto visto direttamente, se chiamasi a l'angolo determinato dalla relazione $\operatorname{sen} a = \frac{p}{d}$ l'angolo misurato dev'essere aumentato di tale angolo a.

Ogni misura di angolo dev'essere preceduta dalla determinazione dell'errore dell'indice; la sovrapposizione delle due immagini nel cannocchiale deve sempre succedere in mezzo ai fili paralleli del micrometro prima disposti parallelamente al piano del sestante; le due immagini devono avere lo stesso splendore; per oggetti terrestri, l'uso dei vetri offuscanti essendo quasi sempre impossibile, quest' ultimo scopo si ottiene allontanando od avvicinando il cannocchiale al piano del sestante per mezzo della vite annessa all'anello che lo porta.

Nel misurare l'angolo fra il sole e la luna mirasi direttamente a questa e si fanno due volte riflettere i raggi solari; secondochè la luna trovasi a sinistra oppure a destra del sole si tengono gli specchi dello strumento rivolti in alto oppure in basso; l'egual splendore delle immagini si ottiene per mezzo dei vetri offuscanti; meglio che la sovrapposizione delle immagini giova portare a contatto i loro contorni e determinare così la distanza angolare di questi.

Nel misurare le distanze dalle stelle o dai pianeti alla luna si osservano quelli direttamente, questa per riflessione; coi vetri offuscanti più deboli si ottiene l'ugual splendore delle immagini; si fa che il centro apparente del pianeta o del disco stellare riesca tangente al contorno luminoso della luna.

L'ingrandimento del cannocchiale non deve superare le sei, sette volte; per usare ingrandimenti maggiori bisogna non più maneggiare il sestante a mano, ma appoggiarlo a sostegni appositi, cosa che non può convenire a chi viaggia.

Nell'usare il sestante si suppone che in esso non siavi errore di eccentricità, ossia che il centro di rotazione dell'alidada coincida esattamente col centro del circolo graduato, e si suppone inoltre che quest'ultimo non abbia errori nella divisione. Chi si provvede di un sestante deve quindi badare a che queste due condizioni sieno soddisfatte.

Si verifica la seconda, facendo scorrere il nonio lungo il lembo graduato in modo che il suo zero venga a coincidere successivamente colle diverse e successive divisioni del lembo; l'altro estremo del nonio deve pur esso coincidere sempre esattamente con una divisione del lembo; i due estremi del nonio devono sempre abbracciare uno stesso numero di divisioni del lembo.

Si verifica la prima, ossia la mancanza di eccentricità, misurando col sestante dapprima ben rettificato un angolo noto, oppure facendo con esso un giro d'orizzonte. Nel primo caso la differenza fra l'angolo misurato e il noto dev'essere minore o al più uguale all'errore complessivo di osservazione compatibile collo strumento; nel secondo la differenza fra la somma degli angoli misurati e 360 gradi dev'essere minore della somma degli errori di osservazione che nella misura dei diversi angoli si possono essere commessi. Per questo giova notare che nella misura di un angolo un osservatore esercitato con un buon strumento deve sempre contare sopra un errore di almeno 26 secondi.

Nel caso in cui esista una eccentricità i trattati insegnano il modo di determinarla e di calcolare una tavola la quale per ogni angolo misurato dia senz'altro la correzione rispettiva dipendente dall'eccentricità.

Misura di un angolo verticale col sestante. — Per misurare col sestante l'altezza di un oggetto sopra l'orizzonte, in mare si fa uso dell'orizzonte reale, a terra si ricorre ad un orizzonte artificiale.

Un liquido messo in un recipiente, naturalmente per la sola gravità forma un piano orizzontale e dà così un orizzonte artificiale. Il mercurio chimicamente puro ed assolutamente non ossidato è il liquido preferibile; se ne versa uno strato di pochi millimetri di spessore in una scatola di ferro o porcellana che abbia da sette a dodici centimetri di diametro o di lato; ad evitare che la sua superficie s' increspi pel contatto dell'aria in movimento la si copre con un foglio di mica o con un disco di vetro terminato da faccie piane e parallele.

Invece del mercurio può tornare utile talora, permettendolo sovratutto la temperatura, di usare olio di oliva; in tal caso meglio è

mescervi dapprima due o tre piccoli cucchiai di nero di fumo, poscia filtrarlo; si ottiene così una superficie fortemente riflettente e abbastanza pigra per resistere ai piccoli movimenti dell'aria.

Si fanno ancora orizzonti artificiali di vetro; sono dischi di vetro nella loro superficie inferiore o smerigliati o coperti d'una vernice nera, colla loro superficie superiore ridotta ad un piano finamente levigato ed attissimo a riflettere la luce; il disco riposa sopra un sostegno portato da tre viti; per mezzo delle quali e per mezzo d'una livelletta a bolla d'aria lo si rende orizzontale.

A terra volendo misurare un angolo verticale si posa l'orizzonte artificiale ad una certa distanza, e tenendo colla destra il sestante verticale si guarda direttamente nell'orizzonte artificiale l'immagine dell'oggetto che si vuole osservare, colla sinistra si muove l'alidada finchè l'immagine dell'oggetto stesso doppiamente riflessa cade nel campo del cannocchiale; si fissa l'alidada; colla vite dei piccoli movimenti si fa che le due immagini esistenti nel campo si sovrappongano, l'angolo letto sul lembo graduato, corretto dell'errore dell'indice, è doppio dell'angolo che misura l'altezza dell'oggetto sull'orizzonte.

Se l'oggetto osservato è il sole bisogna collocare vetri offuscanti avanti al grande e al piccolo specchio, oppure far uso di un vetro oculare colorato; invece di sovrapporre le due immagini esistenti nel campo del cannocchiale si portano a contatto i loro contorni, misurando così invece che l'altezza del centro dell'astro quella del suo contorno superiore od inferiore, secondo i casi; in pratica, ottenuto il contatto dei due contorni si dà colla mano una piccola rotazione al sestante attorno all'asse ottico del cannocchiale; si vede allora l'immagine doppiamente riflessa descrivere un piccolo arco di circolo, arco che deve essere tangente al contorno dell'altra immagine.

Se l'oggetto osservato è la luna si segue un processo analogo; se cercasi invece l'altezza di una stella si fanno sovrapporre le due immagini e non si usano vetri offuscanti; lo stesso si fa quando trattasi di un oggetto terrestre. In quest'ultimo caso, specialmente se l'oggetto è vicino, bisogna tener conto ancora d'una piccola correzione da apportarsi all'angolo letto, e dipendente da ciò che i raggi luminosi, i quali vanno dall'oggetto al grande specchio del sestante e all'orizzonte artificiale, non sono paralleli. Se a è la distanza dal centro del sestante alla superficie dell'orizzonte artificiale, se d è la distanza dell'oggetto osservato da quest'ultimo, se λ è l'angolo letto sul lembo graduato corretto dell'errore dell'indice, sarà l'altezza α dell'oggetto sull'orizzonte data da

$$\alpha = \frac{\lambda}{2} + \frac{a}{2\,d\,\text{sen}\,1''}\,\text{sen}\,\lambda$$

In mare è facile aver ad osservare l'altezza di un astro; invece di guardare direttamente, come si fa a terra, l'immagine nell'orizzonte artificiale, si guarda direttamente quel punto dell'orizzonte reale che è sul circolo verticale dell'astro osservato, e con esso si fa coincidere la immagine doppiamente riflessa dell'astro, o meglio il suo contorno trattandosi quasi sempre del sole. L'angolo che leggesi sul lembo dà in tal caso l'altezza *apparente* sull'orizzonte, altezza che va poi corretta al solito per l'errore dell'indice ed inoltre, per la depressione dell'orizzonte, lasciando pel momento a parte la rifrazione e la parallasse.

Circolo a specchio e prisma di Pistor e Martins. — Le cose dette sul sestante si applicano con piccole modificazioni che la vista stessa dello strumento suggerisce anche a questo circolo, il quale ha i pregi del sestante ed ha su questo il vantaggio di dare in grazia del prisma immagini doppiamente riflesse più splendenti, e di eliminare dagli angoli misurati per mezzo di letture fatte a due nonii diametralmente opposti l'errore di eccentricità dell'alidada.

Riduzione degli angoli all'orizzonte. — Gli strumenti a riflessione danno l'angolo fra due oggetti misurato nel piano stesso degli oggetti; dal valore A di un tale angolo misurato fra due oggetti le cui distanze zenitali sono rispettivamente z e z_1 si deduce il valore A_0 dell'angolo stesso ridotto all'orizzonte per mezzo della relazione

$$\cos A_0 = \frac{\cos A - \cos z \cos z_1}{\operatorname{sen} z \operatorname{sen} z_1}$$

oppure per mezzo di quest'altra:

$$\operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} A_0 = \frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (A - z + z_1) \operatorname{sen} \frac{1}{2} (A - z_1 + z)}{\operatorname{sen} z \operatorname{sen} z_1}$$

VII.

Teodolite e strumento universale.

Essenzialmente il teodolite risulta di un cerchio orizzontale formato da due anelli concentrici, l'uno esterno, *circolo diviso*, l'altro interno, *circolo dell'alidada*. Il circolo interno si muove a sfregamento dentro all'esterno, e porta nel suo movimento un cannocchiale, il cui asse ottico o linea di fiducia muovesi alla sua volta in un piano verticale che passa pel centro del cerchio orizzontale appena descritto.

Il cerchio ed il cannocchiale sono portati o da un sistema di due

cilindri concentrici verticali, *teodolite semplice*, o da un sistema di tre cilindri verticali e concentrici, *teodolite ripetitore*.

Dei due o tre cilindri formanti sistema uno è sempre invariabilmente unito ad un treppiede metallico, ciascun piede del quale è attraversato, secondo lo spessore, da una madrevite, in cui gira una vite, che termina alla sua estremità inferiore in punta. Così tutto lo strumento finisce per posare sopra tre punte.

L'asse orizzontale il quale porta il cannocchiale, porta pure verso uno dei suoi estremi un cerchio verticale formato ancor esso di due anelli concentrici l'uno fisso al sostegno del cannocchiale, l'altro mobile insieme al cannocchiale stesso.

Una livelletta a bolla d'aria è annessa invariabilmente al cerchio verticale, o meglio a quello dei due anelli concentrici, ond'esso risulta, che rimane fisso; un'altra livella separata dallo strumento può ad arbitrio dell'osservatore essere o sospesa od appoggiata all'asse orizzontale che porta il cannocchiale.

Il cerchio orizzontale misura l'angolo formato dalle visuali condotte dal punto di stazione a due oggetti, e ne dà il valore già proiettato sull'orizzonte, *angolo azimutale;* il cerchio verticale misura l'angolo fra le visuali a due oggetti situati in un medesimo piano verticale, *angolo d'altezza*.

Più propriamente lo strumento descritto con due cerchi aventi press'a poco lo stesso diametro, graduati amendue con ugual precisione, prende il nome di *alt-azimut;* se lo strumento ha soltanto il cerchio orizzontale allora forma il *teodolite* propriamente detto; se ha solo il cerchio verticale vien detto *strumento d'altezza*.

Se il cannocchiale applicato ad un *alt-azimut* ha i caratteri che lo rendono atto ad osservare oltre che gli oggetti terrestri anche le stelle, lo strumento diventa uno *strumento universale*. Per osservare le stelle bisogna poter illuminare con una piccola lampada il campo del cannocchiale, e a questo si riesce collocando la lampadina ad uno degli estremi del suo asse orizzontale, facendo cavo l'asse stesso, e fissando nel tubo del cannocchiale un piccolo specchio che rifletta verso l'oculare la luce emanata dalla lampada.

Le teorie di questi strumenti diversi sono affatto uguali; fatta quella di uno sono implicitamente fatte quelle degli altri; ad un viaggiatore non si può consigliare altro che un *alt-azimut* o meglio ancora un *universale*, tanto più che le dimensioni ora date ai medesimi sono veramente mediocri.

D'ora innanzi dicendo per brevità *teodolite* intenderemo sempre parlare di un *alt-azimut* o di un *universale*.

Il teodolite non può maneggiarsi a mano e vuol essere sempre po-

sato sopra un sostegno; il suo peso è superiore a quello d'uno strumento a riflessione: il suo trasporto produce qualche maggiore ingombro, ma, a parte la grande precisione dei suoi risultati, esso ha il vantaggio di bastare da solo alla risoluzione di problemi svariatissimi; il viaggiatore ha in esso un aiuto efficace in tutti i problemi che gli possono occorrere e come astronomo e come geodeta e come topografo.

Collocamento in stazione del teodolite. — Posato il teodolite sul luogo di stazione in modo che il centro del suo cerchio orizzontale coincida col vertice dell'angolo a misurarsi, prima di procedere alla misura bisogna far sì che esso soddisfi ad alcune condizioni essenziali, determinate dalla sua costruzione stessa.

In un teodolite bisogna considerare quattro assi o quattro linee matematiche: l'asse intorno a cui ruota lo strumento, *asse verticale*; l'asse intorno a cui ruota il cannocchiale, *asse orizzontale*; l'asse della livella appoggiata o sospesa al suo asse orizzontale, *asse della livella*; la linea che nel cannocchiale va dal centro del micrometro al centro dell'obbiettivo, *asse di collimazione*.

Nel teodolite collocato in stazione:

1° L'asse di collimazione dev'essere perpendicolare all'asse orizzontale; si rivolge, posato lo strumento sul sostegno, il cannocchiale ad un punto, si muove l'oculare finchè distintamente si vedano i fili del micrometro, si muove il tubo che porta e l'oculare e il micrometro finchè appaia distinta l'immagine del punto: si fa cadere quest'immagine nel crocicchio dei fili del micrometro; si scambiano i perni del cannocchiale, ossia sollevato dai suoi guanciali l'asse che porta il cannocchiale si fa che il perno prima a sinistra passi a destra; si riconduce il cannocchiale sul punto mirato; l'immagine di questo deve coincidere ancora col crocicchio dei fili del micrometro; se appare invece nel campo ad una certa distanza da esso, colle viti, appositamente collocate nel tubo del cannocchiale a poca distanza dall'oculare, si avvicina il centro del micrometro all'immagine del punto, di mezza la distanza che li separa;

2° L'asse della livella dev'essere parallelo all'asse orizzontale; si muove il circolo dell'alidada finchè l'asse orizzontale diventi parallelo a due delle viti del piede *A B;* si posa la livella sull'asse orizzontale; muovendo le viti *A B* se ne centra la bolla; si cambiano i punti d'appoggio della livella, si alza cioè la livella dall'asse orizzontale e si fa che il suo estremo prima a sinistra passi a destra; nella nuova posizione della livella la bolla deve rimanere centrata; se no, si riconduce la bolla al centro facendole percorrere metà dello spostamento subìto per mezzo delle viti *A B*, l'altra metà per mezzo delle viti annesse alla livella e che permettono di alzarne od abbassarne gli estremi; si ripete l'operazione finchè nelle due posizioni della livella la bolla rimanga cen-

trata, ed allora lasciando la livella poggiata sui perni le si fa fare una piccola rotazione, ossia le si dà un piccolo movimento laterale nei due versi opposti; la bolla deve rimanere immobile, o muoversi sempre verso lo stesso estremo della livella; in caso contrario diventa necessaria una correzione che si fa per mezzo delle viti orizzontali della livella stessa, le quali producono uno spostamento azimutale dei suoi estremi;

3° L'asse orizzontale dev'essere perpendicolare all'asse verticale; si lascia sull'asse orizzontale la livella appena centrata e si fa fare un giro di 180 gradi al circolo dell'alidada in modo che l'asse orizzontale torni parallelo alle due viti *A B;* la bolla deve rimanere centrata; se no, si riconduce la bolla al centro facendole percorrere metà del cammino colle viti che permettono di alzare od abbassare uno dei guanciali, l'altra metà colle viti *A B*;

4° L'asse così detto verticale dev'essere realmente tale, e realmente orizzontale dev'essere l'altro asse detto appunto orizzontale; sempre lasciando la livella poggiata sull'asse orizzontale si muove il circolo dell'alidada di 90 gradi, per modo che l'asse stesso venga ora a passare per la terza vite del piede *C;* si muove la sola vite *C* finchè la bolla centrisi; qualunque posizione diasi in seguito al circolo dell'alidada la bolla deve rimanere centrata.

Può succedere il caso che non abbiasi la livella separata da appoggiare ad arbitrio sull'asse orizzontale, e che esista solo la livella invariabilmente unita al cerchio verticale oppure altra livella fissa al circolo dell'alidada e mobile soltanto con questo; allora:

1° Si rende l'asse di collimazione perpendicolare all'asse orizzontale nel modo testè descritto;

2° Si rende l'asse della livella perpendicolare all'asse verticale; si porta la livella parallela a due delle viti del piede *A B;* con queste se ne centra la bolla; si fa fare 180 gradi al circolo dell'alidada e con questo alla livella invariabilmente unita; la bolla deve rimaner centrata; non resta, e la si centra facendole percorrere metà del cammino colle viti della livella metà colle viti *A B;*

3° Si riduce l'asse detto verticale ad essere veramente tale; si gira di 90 gradi il circolo dell'alidada in modo che l'asse della livella venga a passare per la vite del terzo piede *C;* muovendo questa vite *C* soltanto, si centra di nuovo la bolla;

4° Si rende l'asse orizzontale perpendicolare al verticale; si rivolge il cannocchiale e lo si punta ad uno spigolo verticale o ad un filo a piombo ad arte sospeso; si muove il cannocchiale; il crocicchio del micrometro deve correre esattamente lunghesso la verticale o lunghesso il filo a piombo; se no, si fa che esso lo percorra muovendo le

viti che innalzano od abbassano uno dei guanciali su cui il cannocchiale posa.

Misura di angoli orizzontali fra oggetti terrestri. — Posato lo strumento sul vertice dell'angolo, e collocatolo in stazione, *rettificatolo*, si muove il circolo dell'alidada finchè l'occhio al cannocchiale vede nel campo uno degli oggetti, in generale quello a sinistra *S*; si fissa il circolo dell'alidada al circolo diviso mediante l'apposita vite di pressione; colla vite dei piccoli movimenti si conduce esattamente sull'oggetto il crocicchio dei fili del micrometro, ossia si collima all'oggetto; se questo ha dimensioni sensibili si fa che i fili micrometrici verticale ed orizzontale lo dividano, nei limiti del possibile, in parti simmetriche, si *spacca* il segnale, si leggono secondo i casi o i nonii od i microscopi in generale in numero di due diametralmente opposti; sull'uno di essi si leggono i gradi, i minuti primi ed i secondi, sull'altro i primi ed i secondi soltanto; si rallenta la vite di pressione che fissa il circolo dell'alidada al diviso, si muove il circolo dell'alidada finchè l'altro oggetto, quello di destra *D*, cada nel campo del cannocchiale, si chiude la vite di pressione, con quella dei piccoli movimenti si collima all'oggetto; si leggono o i nonii od i microscopi; si fa la media delle due prime letture, la media delle due ultime; la differenza dà l'angolo.

Se sono più di due gli oggetti, ossia se sono due o più gli angoli a misurarsi nella stazione scelta, si collima successivamente a ciascuno degli oggetti, girando sempre il solo circolo dell'alidada, e con esso il cannocchiale da sinistra a destra. L'ordine delle successive operazioni risulta chiaro dal seguente quadro numerico:

STAZIONE *A*.

OGGETTI MIRATI	*S*	*D*	*E*
Nonio I	20° 44′ 50″	197° 7′ 30″	315° 47′ 10″
„ II	45 10	7 20	46 20
Medie . . .	20 45 0	197 7 25	315 46 45
Angoli	176° 22′ 25″	118° 39′ 20″	

In generale la precisione che così ottiensi, specialmente quando trattisi di oggetti vicini, è più che sufficiente pel viaggiatore. Se però vogliasene ottenere una maggiore, oppure, notisi bene, se si abbia un

teodolite con cannocchiale eccentrico, il cui asse ottico cioè muovasi in un piano che non passa pel centro del circolo diviso orizzontale, conviene, fatta la misura or descritta, avendo il circolo verticale, per esempio, a sinistra, far fare 180 gradi al circolo dell'alidada sicchè il circolo verticale passi a destra, e nella nuova posizione del circolo ripetere la misura.

La media delle misure fatte nelle due posizioni del circolo è libera dagli errori provenienti da un'imperfetta rettifica dello strumento, e, se il cannocchiale è eccentrico, è libera dall'errore prodotto dall'eccentricità stessa. In questo caso l'insieme delle operazioni a farsi per misurare un solo angolo risulta chiaro da questo quadro numerico:

STAZIONE *A*.

	CIRCOLO VERTICALE A SINISTRA		CIRCOLO VERTICALE A DESTRA	
OGGETTO MIRATO . . .	*S*	*D*	*S*	*D*
Nonio I	345° 47′ 10″	25° 54′ 30″	165° 45′ 30″	205° 54′ 30″
" II	46 20	54 20	45 50	54 0
Media . . .	345 46 45	25 54 25	165 45 40	205 54 15

Valori dell'angolo . .	40° 7′ 40″	40° 8′ 35″
Angolo da adottarsi .	40° 8′ 7,″5	

Si ottiene una precisione maggiore, e nel primo e nel secondo esempio, collimando due volte di seguito a ciascun oggetto, l'una conducendo mediante la vite dei piccoli movimenti l'oggetto stesso sotto il crocicchio dei fili micrometrici da sinistra a destra, l'altra conducendolo da destra a sinistra, leggendo per ciascuna collimazione i nonii, e prendendo la media delle due letture fatte. Questa pratica, che raddoppia la durata delle osservazioni, è da seguirsi solo in osservazioni della più alta precisione, quali è raro che un viaggiatore sia chiamato a fare.

Misurato un angolo nel modo detto, se l'osservatore vuol rendere minore l'influenza degli errori di divisione del circolo graduato, non fa altro che spostare di un certo angolo l'insieme del circolo diviso e del circolo dell'alidada, se trattasi di un teodolite ripetitore, oppure sposta addirittura le punte di posa dello strumento, se trattasi di un teodolite semplice; nella nuova posizione del circolo diviso ripete la misura dell'angolo, e combina il nuovo valore trovato coll'antico, facendone

la media. Ripete, se lo crede, più volte lo spostamento del circolo diviso, ed ogni volta rimisura l'angolo.

Questo metodo, *reiterazione* degli angoli, coi circoli ben divisi come fannosi oggidì, dà risultati preferibili a quelli dell'altro metodo più antico detto della *ripetizione* degli angoli, e di questo per conseguenza qui non parlasi.

Misura di un angolo orizzontale fra un oggetto terrestre ed un astro; le regole date non mutano, solo ad ogni osservazione bisogna notare con precisione il tempo, poichè l'angolo fra un astro ed un oggetto terrestre cambia continuamente; si dirige il cannocchiale all'oggetto terrestre; si chiude la vite di pressione; con quella dei piccoli movimenti si collima ad esso: si leggono i nonii; si rallenta la vite di pressione; si muove il circolo dell'alidada finchè l'occhio al cannocchiale vede nel campo la stella; a questa si punta in modo che essa cada sopra il filo micrometrico orizzontale (1) e ad un tempo in modo che essa pel suo moto diurno apparente paia avvicinarsi al filo verticale; si chiude la vite di pressione che fissa al circolo diviso quello dell'alidada nè più si tocca a quest'ultimo; invece si continua a muovere il cannocchiale in modo che la stella rimanga sempre sul filo orizzontale; si contano ad orecchio i secondi battuti dal cronometro e contemporaneamente tiensi l'occhio al cannocchiale guardando la stella; avverrà che quando contasi un dato secondo la stella sarà a destra del filo verticale, in un certo punto *a*, e che al secondo successivo sarà già dall'altra parte del filo in un punto *b*; nell'intervallo fra l'uno e l'altro secondo sarà passata pel filo verticale, e si stima la frazione di secondo a cui il passaggio avvenne per mezzo degli spazi fra il filo verticale e i punti *a*, *b* mentalmente fissati; si nota l'istante del passaggio, si leggono i nonii, si fa la media delle letture fatte collimando all'astro ed all'oggetto terrestre; la differenza è l'angolo fra l'uno e l'altro nell'istante notato.

La precisione che così ottiensi basterà quasi sempre allo scopo del viaggiatore. Si ottiene una maggior precisione ripetendo anche qui la misura due volte, una col circolo verticale a sinistra, l'altra col circolo stesso a destra; si accresce ancora la precisione collimando in ogni posizione del circolo due volte di seguito e in direzioni contrarie a ciascun oggetto e leggendo ogni volta i nonii; si raggiunge l'ultima precisione rendendo uguale a zero l'errore di collimazione del cannocchiale o meglio determinandone il piccolo valore *c*, tenendo perfettamente orizzontale l'asse orizzontale intorno a cui ruota il cannocchiale o meglio

(1) Qualche volta il micrometro invece di un solo filo orizzontale ne ha due vicini e paralleli; in tal caso si fa che la stella cada sempre esattamente fra i due.

determinandone colla livella la piccola inclinazione i; all'angolo orizzontale letto, apportando una correzione espressa dalla formola i cotang $z + c$ cosec z, nella quale z esprime la distanza zenitale della stella, e nella quale l'osservatore deve ben badare al segno da darsi ai due errori i, c.

Se l'astro osservato è il sole è sempre utile, per eliminare l'influenza dell'irradiazione, fare l'osservazione per ciascuno dei suoi contorni; se per caso può osservarsi il passaggio d'uno solo dei lembi solari, allora bisogna apportare alla lettura dei nonii la correzione $\frac{r}{\text{sen } z}$ presa secondo i casi con segno positivo o negativo, nella quale z è la distanza zenitale del centro del sole, r il suo raggio quale è dato dalle effemeridi.

Misura di angoli verticali. — Se trattasi di un oggetto terrestre si muove il cannocchiale fino a che se ne veda l'immagine nel campo; si guarda se la livella annessa invariabilmente al circolo verticale ha la bolla centrata; se no, la si centra per mezzo della vite appositamente collocata, oppure si legge e si nota a quante parti della livella ascenda il suo spostamento (1); si chiude la vite di pressione del circolo verticale; colla vite dei piccoli movimenti si collima con esattezza all'oggetto; si leggono o i nonii o i microscopi del circolo verticale; si ripetono queste operazioni due volte, una col circolo verticale a sinistra, l'altra col circolo verticale a destra; si ha quanto basta per dedurre l'angolo di altezza indipendentemente dall'errore dell'indice.

Il modo di questa deduzione dipende dal modo con cui procede la graduazione sul circolo verticale; esso risulta chiaramente dagli esempi che seguono, ciascuno dei quali si riferisce al modo di graduazione indicato dalla figura al suo fianco.

STAZIONE *A* - OGGETTO *B*.

	CIRCOLO A SINISTRA *S*	CIRCOLO A DESTRA *D*
Nonio I	5° 26′ 30″	5° 29′ 40″
„ II	5 24 10	5 27 30
Media . . .	5 25 20	5 28 35

Angolo di altezza . . . . 5° 26′ 57″,5

(1) In questo secondo caso bisogna conoscere o determinare prima il valore di una parte della livella in secondi d'arco.

STAZIONE *A* - OGGETTO *E*.

	CIRCOLO A SINISTRA S	CIRCOLO A DESTRA D	DIFFERENZE I $D-S$ II $S-D$
Nonio I .	88° 2′ 10″	91° 57′ 50″	3° 55′ 40″
„ II .	91 56 10	88 0 20	3 55 50

Media 3 55 45

Angolo d'altezza . . . 1 57 52,5

STAZIONE *A* - OGGETTO *F*.

	CIRCOLO A SINISTRA S	CIRCOLO A DESTRA D	DIFFERENZE $D-S$
Nonio I .	30° 22′ 30″	213° 35′ 0″	183° 12′ 30″
„ II .	210 22 20	33 34 30	183 12 10

Media 183 12 20

Distanza zenitale 91 36 10

Angolo d'altezza . . . . — 1 36 10

Se vuolsi ottenere una precisione maggiore conviene fare, per ogni posizione del circolo, due collimazioni all'oggetto, l'una portandone l'immagine sul crocicchio dall'alto in basso, l'altra dal basso in alto, e leggere ogni volta i due nonii; se vuole rendersi la misura il più che si può indipendente dagli errori di divisione del circolo bisogna ripetere più volte la misura spostando ogni volta il luogo dello zenit sul circolo.

Le norme date valgono ancora in massima parte quando trattisi di un astro; solo che in questo caso, cambiando incessantemente il valore dell'angolo, bisogna, per ogni osservazione, notare il tempo corrispondente, e dedurre inoltre, per ogni puntamento del cannocchiale, il valore dell'angolo, *distanza zenitale od altezza apparente.*

Per fare quest'ultima deduzione bisogna conoscere con esattezza il luogo dello zenit sul circolo, luogo che si determina facilmente, osservando un oggetto terrestre nelle due posizioni del circolo, e parago-

nando le indicazioni date nelle due posizioni dal medesimo nonio. Così dall'ultimo esempio appena scritto risulta essere il zenit a 121° 58′ 35″, e questo numero ottiensi facendo la media delle due letture 30° 22′ 30″ — 213° 35′ 0″ fatte al nonio I, la media delle due letture 210° 22′ 20″ — 33° 34′ 30″ fatte al nonio II, e prendendo la semisomma delle due medie così ottenute.

Collo strumento, al quale l'esempio stesso si riferisce, volendo quindi misurare la distanza zenitale d'una stella, si punta ad essa il cannocchiale; si centra la bolla della livella annessa al circolo verticale, oppure se ne leggono gli estremi; si fa cadere l'immagine della stella nel crocicchio dei fili del micrometro, contemporaneamente segnando l'istante di tempo in cui tal coincidenza avviene; si lèggono i due nonii notando pel nonio I i gradi, i minuti primi e i secondi, pel nonio II solo i minuti primi ed i secondi; si prende la media delle due letture così notate, sottraendo questa media da 121° 58′ 35, se essa è di quest'angolo minore, sottraendo 121° 58′ 35″ dalla media, se questa ne è maggiore si ha nella differenza la distanza zenitale apparente.

Se invece che una stella vuolsi osservare il sole, si punta al suo contorno superiore od al suo contorno inferiore, facendo che il filo orizzontale del micrometro riesca ad esso contorno tangente, e si ottiene poi la distanza zenitale del centro del sole, aggiungendo o sottraendo secondo i casi alla distanza zenitale così misurata il raggio solare apparente.

Se vuolsi ottenere la distanza zenitale del centro indipendentemente dal valore del raggio del sole, bisogna fare un egual numero di osservazioni alternate del contorno superiore e dell'inferiore.

Malgrado la mutabilità incessante della distanza zenitale di un astro, ad accrescere tuttavia la precisione del risultato, giova ancora il ripeterne le determinazioni. Per questo bisogna osservare l'astro, ora col circolo verticale a sinistra, ora col circolo verticale a destra, ma le osservazioni si devono seguire l'una l'altra a brevi ed uguali intervalli di tempo ed alternate così che il numero delle fatte in una posizione del circolo uguagli quello delle fatte nell'altra.

PARTE SECONDA.

FENOMENI OSSERVABILI SENZA IL SOCCORSO DI STRUMENTI SPECIALI.

I.

La Via Lattea.

Riguardo alla Via Lattea gli uomini hanno più speculato, scritto ed immaginati sistemi, di quello che abbiano osservato. Dapprima si cercò di intuirne la costituzione e ne nacquero le strane e varie teorie antiche; in seguito, quando i telescopi mostrarono in molte sue parti solo cumuli di stelle minutissime, divenne la base di tutte le argomentazioni sulla costituzione dell'universo; Kant, Lambert vi fabbricarono sopra le loro ipotesi; Guglielmo Herschel vi poggiò le sue memorie sulla costruzione del cielo, argomento prediletto del suo ingegno potente.

Questo metodo di indagine, più speculativo che sperimentale, seguito quasi universalmente nello studio della Via Lattea, fu fatale allo svolgersi delle cognizioni positive intorno ad essa. Noi non conosciamo che imperfettamente i caratteri apparenti delle sue diverse parti; non sappiamo neppure precisare con qualche esattezza i confini, ai quali essa si estende in cielo.

La Via Lattea è ben lungi dall'essere uniforme nella sua costituzione, ed in tutto il suo corso. Sono strani certi contrasti di splendore che essa presenta in Cefeo ed in Cassiopea, lo sono del pari due interruzioni, due macchie rotonde, interamente oscure, che essa chiude tutto all'ingiro, ancora in Cefeo e nella coda del Cigno; è singolare la sua parte più splendente, il suo filone quasi di intensità luminosa.

La Via Lattea si restringe in Perseo, e qui, lanciato verso sud un ramo breve ed isolato, continua assai meno splendente attraverso al Cocchiere, per dopo allargarsi fino a toccare da una parte Orione, dall'altra i Gemelli. Fra Orione ed i Gemelli la Via Lattea impallidisce, appare tenue e diffusa, rotta solamente nei Gemelli da una macchia intensamente luminosa, che spicca sul fondo del cielo in mezzo ad alcune stelle di mediocre splendore. Oltrepassati i Gemelli, essa riprende il suo corso attraverso il Lioncorno, intensamente luminosa verso il suo mezzo, debolmente sui fianchi; tale spingesi fino alla costellazione della Nave Argo, dove torna a conformarsi in modo strano, mostrando

verso la punta della Nave uno spazio interamente oscuro, compreso fra il maggiore e più largo braccio a sinistra ed uno stretto braccio a destra.

Dall'altra parte, a cominciare dalla coda del Cigno, le sue apparenze non sono meno varie. È strana una striscia di maggiore intensità luminosa che va dalla stella *gamma* alla *beta* del Cigno, disegnandone il lungo collo disteso; è imponente la sua ampiezza che, passato il Cigno, tocca da una parte il Delfino, dall'altra abbraccia ancora la Lira passando sulle costellazioni minori della Freccia e della Volpe, e mostrando in tale tratto una parte centrale debolmente luminosa, fiancheggiata da due fiumane di assai maggior splendore, cui sarebbe però grave errore il supporre uniformemente splendenti.

Oltrepassata la Freccia, nella costellazione dell'Aquila la Via Lattea assume una varietà di forme e di apparenze, che appena può essere descritta. Qui essa si biforca; l'un suo ramo, il più meridionale, passa su Antinoo, sullo scudo di Sobieski, sul Sagittario, e, pei nostri paesi, seguita giù sotto l'orizzonte; l'altro ramo più settentrionale tocca Ercole, Ofioco, il Serpente ed ancora lo Scorpione; l'un ramo e l'altro sono diversissimi fra loro, ricchi di strani contrasti di splendore.

Tutte queste cose sono solo imperfettissimamente note, e il prendere, senza una intera conoscenza delle medesime, a ragionare sulla Via Lattea e sulla sua costituzione, è un fabbricare sul vuoto. Ad esse, prima di Horner e dei due Herschel, non si era mai prestata che un'attenzione superficiale, e di esse le carte celesti, quelle di Heis e di Giovanni Herschel eccettuate, non contengono pur traccia. Osservazioni, che le medesime riguardassero, verrebbero quindi a riempire nell'astronomia una lacuna vera e sentita, e potrebbero essere eseguite ad occhio nudo, col semplice soccorso di carte celesti e con piccola fatica, poichè anche estese ad un breve tratto di via tornerebbero utilissime.

Del tratto di Via Lattea che vuol studiarsi, bisogna anzitutto indagare il corso in tutti i suoi dettagli, precisare i confini, definire quelle parti in cui i fianchi mostrano curvature sensibili, in cui s'incontrano interruzioni o divisioni, da cui partono diramazioni grandi o piccole. Sono questi dettagli a cui descrivere o meglio disegnare basta riferirsi alle stelle nella Via Lattea visibibili ad occhio nudo, e sovra esse come su altrettanti capi saldi poggiare il disegno o la descrizione.

Del tratto di Via Lattea che vuol studiarsi bisogna in secondo luogo determinare il diverso splendore delle singole parti. A ciò conviene anzitutto formarsi una scala determinata di splendori, indicando col numero 1 lo splendore più intenso, coi numeri 2, 3... splendori successivamente meno vivaci. Ad evitare confusione nelle osservazioni giova non estendere di troppo la scala stessa, ed arrestarsi, propone

Argelander, autorevolissimo in questo genere di ricerche, a soli sei ordini di splendore. Heis si fermò anzi a soli cinque, e ad evitare perditempi l'osservatore potrebbe adottarne senz'altro la scala.

Ciò posto si determinano le diverse intensità luminose, facendo solo osservazioni di paragone, e paragonando fra loro luoghi press' a poco ugualmente alti sull'orizzonte. Si comincia dall'osservare le regioni della Via Lattea che sono molto alte sull'orizzonte, e, dopo averne ben determinati per mezzo di paragoni ripetuti gli splendori relativi, ad esse si concatenano le regioni più basse. Si ripetono più volte le determinazioni, ed ogni volta si cambia il più che puossi l'ordine dei paragoni; in tal modo si ottengono risultati liberi dalle influenze di cause accidentali, e da quel sistema preconcetto di apprezzamento, che facilmente s'impone all'osservatore quando una stessa osservazione più volte ripetesi in uno stesso modo.

Le determinazioni degli splendori relativi meglio riescono se fatte ad occhio nudo. Il sistema proposto da Horner di usare vetri colorati diversamente oscuri, oppure quello di volgere un piccolo cannocchiale ad una stella, e di allontanarne l'oculare dalla visione distinta, finchè il disco stellare, che per tal modo si genera, venga a prendere una intensità luminosa uguale a quella del tratto di Via Lattea considerato, sono, dal punto di vista pratico, poco raccomandabili.

Nelle osservazioni riguardanti la Via Lattea, una sola precauzione è necessaria, ed è di osservare soltanto nelle notti in cui l'atmosfera è chiara e trasparente, ed in cui il fondo oscuro del cielo non è in parte rischiarato dal bagliore lunare.

II.

La luce zodiacale.

Talora verso occidente, appena cessato il crepuscolo della sera, oppure verso oriente, avanti il crepuscolo del mattino, si osserva il cielo risplendere d'una luce analoga a quella della Via Lattea, la quale sotto forma di un triangolo luminoso poggia colla sua base sull'orizzonte, e da questo s'innalza prossimamente lunghesso l'eclittica. È la luce zodiacale, che vista forse prima e notata da altri, non fu però universalmente conosciuta se non dopo le osservazioni di Domenico Cassini nel 1683.

La luce zodiacale prende in epoche diverse e in diversi paesi intensità ineguali; talora appena riconoscibile, talora vivamente splendida e tale che vince i luoghi più luminosi della Via Lattea, e non

scompare nè impallidisce pure a fronte della falce lunare, quand'anche questa brilli nel mezzo di essa.

La luce zodiacale appare più intensa verso la sua metà, ed alcuni gradi sopra l'orizzonte; vicino a questo spesso è appena visibile; verso i fianchi quasi sfumando va confondendosi insensibilmente col fondo del cielo. In generale, almeno nei nostri paesi, essa ha verso sud un contorno precisamente definito; verso nord il suo limite è meno chiaro, e confondesi secondo i casi o colle ultime o colle prime traccie del crepuscolo.

L'ampiezza della luce zodiacale all'orizzonte è difficile a determinare; in generale fra 10 e 30 gradi essa fu vista non poche volte misurarne 40, e talvolta perfino 60. Non meno difficile a determinare, nè meno mutabile è la sua estensione lunghesso l'eclittica. Il suo vertice osservasi in generale lontano 60 gradi dal sole, ma talora ne dista soli 50, talora 90 e più. Il vertice stesso qualche volta appare arrotondato, qualche volta convesso verso l'orizzonte sottoposto, qualche volta troncato e sostituito da una retta; più spesso è così debole che solo a stento se ne riconosce la forma. I fianchi della luce zodiacale si ritengono generalmente rettilinei; alcuni osservatori però li hanno disegnati leggermente arcuati, ora convessi, ora concavi.

La luce zodiacale nei paesi tropicali si mostra regolarmente ogni mattina ed ogni sera durante l'intero anno e in tutto il suo splendore. Questo nasce da ciò che in essi è breve la durata del crepuscolo, grande la trasparenza dell'atmosfera, e più specialmente ancora da ciò che in essi l'eclittica fa sempre un angolo molto grande coll'orizzonte, cosicchè la luce zodiacale nel suo trasportarsi lunghesso l'eclittica non viene mai a giacere vicino all'orizzonte e ad essere avvolta dalle nebbie di questo.

Nei paesi settentrionali, nei quali l'angolo fra l'eclittica e l'orizzonte diventa nei mesi estivi piccolissimo, la luce zodiacale, quasi invisibile d'estate, mostrasi più distintamente la sera verso la fine di febbraio e il principio di marzo, il mattino verso la metà di ottobre; nei mesi iemali la si può vedere e la sera ed il mattino.

Nelle medie latitudini dell'emisfero sud succede qualche cosa di analogo; la si vede meglio la sera in ottobre, il mattino in febbraio e marzo; contemporaneamente la sera ed il mattino durante i nostri mesi di estate.

Dietro le apparenze la luce zodiacale risulta quindi d'una nube luminosa elittica, il cui asse maggiore giace press'a poco nell'eclittica ed il cui centro cade nel sole; di essa talora noi vediamo solo la parte che è a levante del sole, talora sol quella che è a ponente di esso, talora e l'una e l'altra.

La descritta però non costituisce tutto il fenomeno, ma solo la parte più splendida e più facilmente osservabile. In circostanze favorevoli mostrasi lungo l'eclittica un altro cono luminoso di forma simile al precedente, ma di dimensioni apparenti assai più piccole e di luce assai più pallida. La parte relativamente più luminosa di questo secondo cono giace diametralmente opposta al luogo del sole. Un occhio acuto ed esercitato rimarca inoltre qualche volta un tenuissimo ponte di luce il quale congiunge la parte appena descritta, e da Brorsen denominata *Gegenschein*, colla parte principale del fenomeno.

La luce zodiacale forma quindi nel suo insieme una grande fascia luminosa che si estende lungo tutta l'eclittica ed ha due massimi di intensità, l'uno coincidente col sole, l'altro, assai meno splendido, al sole diametralmente opposto. Dove cadano le minime intensità luminose di tal fascia non è ancora ben certo, pare che trovinsi a 130 gradi circa dal sole.

Nelle nostre latitudini la seconda parte del fenomeno, il *gegenschein*, si può facilmente vedere in marzo, aprile e principio di maggio quando il suo centro trovasi nelle costellazioni del Leone e della Vergine; già più difficile diventa la sua osservazione durante l'equinozio di autunno nei mesi di settembre ed ottobre, quando il suo punto di mezzo giace nell'Acquario e nei Pesci; negli altri mesi un po' per la sua bassa posizione, un po' per lo splendore della Via Lattea appena si arriva a discernerla con sicurezza. Più difficile a vedere è il ponte luminoso che congiunge le due parti del fenomeno; nelle nostre latitudini, e forse nelle corrispondenti dell'altro emisfero, a vederlo, ci vuole occhio buono ed aria pura; nei paesi tropicali, stando ad alcune descrizioni, esso salta immediatamente all'occhio.

Sulla natura della luce zodiacale furono successivamente svolte teorie diverse, cui il lettore può leggere altrove (1) e cui qui sarebbe fuori di posto il ricordare pur brevemente. Nessuna di queste ipotesi può finora ritenersi indubbia, e del tutto conforme ai fatti osservati. Di questi importa quindi accrescere il numero, tanto più che la luce zodiacale si collega intimamente colle più curiose e finora più oscure questioni cosmologiche.

Le osservazioni sulla luce zodiacale devono anzitutto essere rivolte

(1) John Herschel, *Outlines of Astronomy* — London, Longmans, Green and Co.

Johan Müller, *Lehrbuch der Kosmischen Pyhsik* — Braunschweig, Druck und Verlag von Viewey und John, 1872.

Karl v. Littrow, *Die Wunder des Himmels* — Stuttgart, Gustaw Weise, 1866.

P. A. Serpieri, *La luce zodiacale, sue leggi e teoria cosmico-atmosferica dedotte dalle osservazioni di* G. Jones — Palermo, tipografia Lao, 1876.

alla sua forma ed al luogo da essa occupato in cielo. A ciò si indichino con precisione quelle stelle che ne rasentano i fianchi, o s'incontrano a poca distanza dai medesimi. Si rivolga un'attenzione speciale al suo vertice, il quale, spesso debolmente luminoso e appena discernibile, si perde insensibilmente nella luce diffusa sul fondo del cielo, specialmente se non lungi corra un tratto della Via Lattea. Dove, verso l'orizzonte, in grazia del crepuscolo o dei vapori raccolti, i suoi limiti sono più difficili a determinare, si prolunghi mentalmente il tratto visibile dei medesimi, e dove le stelle sono insufficienti a fissarne l'andamento, si aiuti la memoria con un disegno, nel quale i tratti supposti o intravveduti siano distinti da quelli realmente visti. Un tale disegno torna sempre utilissimo, e nell'eseguirlo ogni volta che si staccano gli occhi dalla carta per rivolgerli al cielo si lasci passare un certo tempo perchè i medesimi possano riprendere tutta la loro sensibilità. Per mezzo di un disegno si riesce a determinare la figura del vertice meglio di quanto facciasi colla scorta delle sole stelle, e specialmente poi si fissano con precisione le piccole deviazioni dei fianchi dall'andamento rettilineo.

Se è possibile riconoscere la linea di massima intensità luminosa, il *gegenschein*, il *ponte* si determini il luogo loro per mezzo delle stelle sulle quali passano o colle quali coincidono, e in tutte queste determinazioni si tenga lo spirito libero da ogni idea preconcetta. Quanto più minuti e difficili sono i fenomeni ad osservarsi, tanto maggiore è il pericolo di vederli così come si sono immaginati; ogni aspettazione deve quindi per quanto è possibile essere bandita dalla mente.

Della luce zodiacale importa determinare in secondo luogo l'intensità. Questa dipende talmente dallo stato dell'atmosfera, e dalla maggiore o minore vivezza del crepuscolo, che per essa divengono anche maggiori le difficoltà naturalmente inerenti ad ogni determinazione fotometrica. Non si può quindi aspettare qualche sicurezza che da osservazioni di paragone, e come termine di confronto si presenta naturale, per la somigliante apparenza, la Via Lattea. Questa è in luoghi diversi diversamente luminosa; si determinino quei tratti, indicandoli colle stelle onde sono limitati, i quali appaiono così splendenti come la luce zodiacale, e per eliminare, il più che si può, le influenze dell'atmosfera, si paragonino tratti della Via Lattea e della luce zodiacale i quali abbiano press'a poco la medesima altezza, ed una stessa posizione relativa rispetto al crepuscolo ed all'orizzonte.

Si può indagare l'intensità luminosa della luce zodiacale anche per mezzo delle stelle, il cui splendore viene dalla medesima offuscato. Colla scorta di una buona carta si noti quali fra le stelle di sesta grandezza la luce zodiacale renda e quali non renda invisibili, e, se occorre,

estendasi la ricerca anche alle stelle di quinta grandezza. Quando per più sere di seguito, press'a poco verso la stess'ora, si sono osservate sempre le medesime stelle, è facile dedurne conseguenze, indipendenti per massima parte dallo stato dell'atmosfera, sulle intensità luminose e sulle variazioni di splendore della luce zodiacale.

Osservatori, i quali hanno sotto mano un piccolo cannocchiale, possono ricorrere al metodo già ricordato di volgere il medesimo ad una stella, e di allontanarne l'oculare dalla visione distinta, finchè il disco stellare, per tal modo generato, abbia un'intensità luminosa uguale a quella del tratto di luce zodiacale considerato, prendendo poscia come misura il maggiore o minore spostamento dell'oculare.

Di questi tre metodi, i soli attuabili quando non vogliasi ricorrere agli strumenti ed ai metodi sempre complessi della fotometria, quello che in pratica conduce più dirittamente e prontamente allo scopo, è il primo pel quale si paragona ad occhio nudo la luce zodiacale alla Via Lattea.

Della luce zodiacale importa determinare in terzo luogo il colore; in generale essa ha una tinta calda giallognola, le furono però attribuite tutte le gradazioni di colore dal bianco puro al giallo, al rossiccio. I colori diversi, il rosso in ispecie, non fanno a tutti gli occhi una stessa impressione; i colori stessi vengono diversamente stimati da occhi diversi; questo fa sì che una determinazione del colore non può avere che un valore in gran parte soggettivo, ma, ciò malgrado, essa è importante anzi necessaria quando si vogliano paragonare determinazioni di splendore fatti da osservatori diversi.

Se l'osservatore trovasi in paesi tropicali, specialmente atti all'osservazione della luce zodiacale, cerchi di determinare con precisione oltrechè il *gengenschein*, il *ponte*, l'ampiezza, l'intensità, anche i luoghi di luce minima ancora assai incerti.

Durante le osservazioni sotto qualunque latitudine l'osservatore avrà spesso occasione di notare cambiamenti repentini e successivi nell'intensità dello splendore, rapide contrazioni, espansioni rapidissime della luce zodiacale, le quali accennano ad uno stato dinamico nella massa da cui la luce stessa emana; in tali casi rivolga lungamente l'attenzione anche a parti contigue della Via Lattea; mostrano anche queste fenomeni analoghi ed allora le mutazioni della massa zodiacale non sono che apparenti, e provengono da tenuissime nubi qua e là trasportate dalle correnti superiori, nubi quali nelle alte regioni dell'atmosfera talora formansi anche con cielo sereno.

Finalmente importa notare ogni sera l'impressione prodotta dall'insieme del fenomeno, paragonandola con quella altre volte ricevuta. Soprattutto nei giorni in cui la luce zodiacale non si mostra, pongasi

mente all'apparenza del cielo, allo stato dell'atmosfera vicino all'orizzonte, alla vivezza del crepuscolo, ed in generale a tutte le circostanze che possono avere parte nella mancanza del fenomeno; si paragonino le medesime con quelle che ne accompagnarono le apparizioni più distinte, e per tal modo si cerchi di stabilire se la mancata apparizione dipenda da circostanze estrinseche, oppure da una mutabilità essenziale ed intrinseca al fenomeno stesso.

III.

Fenomeni crepuscolari. — Trasparenza dell'atmosfera. — Rifrazioni singolari.

A proposito della luce zodiacale fu più volte fatto cenno del crepuscolo. È un fenomeno universalmente noto. Il punto dell'orizzonte, dove la sera tramonta il sole, appare circondato da un'aureola luminosa, di cui l'intensità va decrescendo a partire dal punto stesso.

Appena tramontato il sole quest'aureola luminosa inonda tutto il cielo e tutto l'orizzonte, ma a poco a poco il punto del cielo opposto a quello di occidente diventa oscuro, l'aureola luminosa non arriva più fino ad esso, ed arrestasi ad un grande arco, *curva crepuscolare*, che a cavallo dell'orizzonte va da nord a sud, oltrepassa il *zenit* e separa la parte illuminata del cielo dalla oscura.

La curva crepuscolare monta progressivamente al di sopra dell'orizzonte orientale, raggiunge col suo punto più alto il zenit, discende verso l'orizzonte occidentale, infine tramonta e sparisce allorchè il sole, abbassandosi sotto l'orizzonte, ha raggiunta la profondità di 17 a 18 gradi.

Quando il punto più alto della curva crepuscolare tramonta, ogni traccia di luce scompare dall'orizzonte e sovr'esso comincia a dominare assoluta la notte. Nelle nostre latitudini però solo con qualche difficoltà si riesce a colpire l'istante in cui scompare l'ultimo punto della curva crepuscolare; sotto latitudini più basse invece, fra i tropici, lo si determina entro pochi minuti. Nei paesi equatoriali le fasi tutte del crepuscolo sono più marcate e più precisamente osservabili che da noi; là inoltre il fenomeno nel suo insieme è più notevole, e, durante esso, rapidamente si susseguono sull'orizzonte le colorazioni più svariate.

La durata del crepuscolo dipende in primo luogo dalla rapidità con cui il sole si sprofonda sotto l'orizzonte; fra i tropici essa è quindi più breve che ad alte latitudini, ed in uno stesso luogo essa è diversa secondo le stagioni. Ma essa oltre che dal sole, dipende ancora dalla

cennare. Il lettore che fosse vago di conoscerlo può ricorrere alla fotometria stessa di Lambert, libro divenuto oggi giorno assai raro, o meglio all'astronomia fisica di Biot (1).

Colle osservazioni crepuscolari naturalmente si collegano quelle che riguardano la trasparenza dell'aria a diverse latitudini, e le rifrazioni singolari proprie di certi climi.

Le osservazioni sull'assorbimento della luce vicino all'orizzonte danno un'idea del grado di trasparenza dell'aria, e si fanno paragonando lo splendore delle stelle lucide basse con quelle delle alte egualmente luminose, seguendo in ciò il processo del quale si dirà in un capitolo seguente.

Per dare un'idea delle rifrazioni singolari basta descrivere le deformazioni speciali del disco del sole e della luna durante il loro sorgere o tramontare, narrare in tutti i loro dettagli i casi di rifrazione laterale o che offrono qualche carattere speciale, unire alle descrizioni ed alle narrazioni i dati meteorologici, l'altezza del barometro cioè, la temperatura, l'umidità, il vento e via.

IV.

Aurore polari.

Il nome dice abbastanza chiaro che trattasi di fenomeni luminosi analoghi a quelli dell'aurora, e che invece di mostrarsi in cielo a levante mostransi ai poli.

Le aurore polari, aurore boreali nel nostro emisfero, aurore australi nell'altro emisfero della terra, sono un fenomeno complesso e di apparenze svariatissime. Nelle nostre latitudini poco prima di esse il cielo verso nord appare caliginoso come coperto di spessi vapori; a poco a poco tutta la caligine si raduna in uno spazio che ha la forma di segmento di circolo colla corda che poggia sull'orizzonte, coll'arco che s'innalza e svolgesi in cielo. Quest'arco di rado arriva col suo culmine ad altezze maggiori di 10 gradi, più soventi si arresta a cinque; chiude entro sè uno spazio di color nero cupo; è esso stesso circondato da un lembo leggermente luminoso e che perdesi sfumando nel fondo del cielo. Quel che vedesi ne ha l'apparenza, ma non è un banco di nubi, poichè attraverso ad esso appaiono le stelle sebbene affievolite.

A questo principio che nulla promette seguono fenomeni svariatissimi, complessi, talora incantevoli. Getti, colonne di luce escono da

(1) I. B. Biot, *Traité d'astronomie physique* — Paris, Bachelier 1841. Tome 1.

esso ed illuminano gran tratto di cielo; nuovi archi luminosi concentrici al primo lembo embrionale si formano; nubi lucenti diversamente colorate coprono il cielo; e getti e colonne ed archi e nubi si susseguono con vicenda rapidissima; compaiono e scompaiono; cambiano colore; passano dal roseo al giallo, al bianco; si espandono, si raccolgono, tornano ad espandersi; espansi, si agitano in preda a commovimenti interni attraversati da un estremo all'altro da correnti luminose istantanee.

In mezzo a tanto agitarsi di masse lucenti un punto rimane tranquillo e senza moto, la corona. È quel punto o meglio quello stretto spazio di cielo verso il quale, effetto di prospettiva, paiono convergere i raggi aurorali; il suo centro coincide o almeno è sempre molto vicino al zenit magnetico, ed i raggi aurorali che in esso paiono convergere sono paralleli fra loro ed alla direzione dell'ago d'inclinazione. Da tutte parti i getti aurorali arrivano fino alla corona, nè l'oltrepassano mai; essa non è mai coperta dagli archi e dalle nubi luminose anche quando e gli uni e le altre a nord e a sud di essa sono mobilissimi.

La corona mostrasi di rado nelle latitudini medie, e solo in aurore brillanti e complete; la sua immobilità rispetto all'orizzonte ha fatto pensare che il fenomeno prenda parte al moto di rotazione della terra, e sia per conseguenza tellurico.

Le aurore deboli sono o bianche o d'un giallo pallido; le splendenti mostrano varietà grandissima di colori. Le aurore durano talora una o due ore, talora l'intera notte; talora si riproducono due notti successive accompagnate da fenomeni caratteristici, i quali lasciano a ragione pensare che trattasi d'una stessa aurora di cui il giorno ha eclissate alcune fasi intermedie. Le aurore avvengono a tutte le ore della notte, ma sono più frequenti nelle ore che precedono la mezzanotte; pare inoltre che esse sieno più frequenti verso gli equinozi, meno verso i solstizi; pare infine che la loro frequenza segua un periodo di 55 anni sincrono con quello delle macchie solari, e come questo divisibile in cinque periodi secondari di 11 anni ciascuno.

Le aurore sono specialmente visibili nelle alte latitudini, e paiono quasi ignote fra i tropici; alcune fra esse sono state viste contemporaneamente da una gran parte della terra, quelle ad esempio del 28 agosto e del 2 settembre 1859, del 25 ottobre 1870, del 4 febbraio 1871, anzi pare che quelle veramente intense avvengano insieme e all'uno e all'altro dei poli magnetici della terra.

Malgrado tutto però le aurore sono ancora un fenomeno indisciplinato, ed a disciplinarlo occorrono osservazioni, ed osservazioni fatte sopra tutta la terra quali appunto possono ottenersi soltanto col concorso dei viaggiatori.

Le osservazioni delle aurore vogliono essere fatte ad occhio nudo; importa seguire le aurore in tutte le loro fasi; osservare il primo segmento oscuro e coll'aiuto delle stelle disegnarne e fissarne le dimensioni; osservare come da esso si sprigionino i fenomeni luminosi; notare sempre, per mezzo delle stelle, il luogo, l'altezza, l'estensione degli archi luminosi; descriverne i movimenti; se c'è corona importa ben precisarne il luogo e ciò ancora per mezzo delle stelle; finalmente importa notare le apparenze generali del cielo e ciò per apportare qualche luce sulle relazioni supposte fra le aurore, i cirri ed altre meteore atmosferiche. A tutto questo aggiungasi che anche il semplice registrare il fenomeno senza descrizione dettagliata può tornare utile, anzi utilissimo se fatto nell'emisfero australe della terra.

V.

Scintillazione delle stelle.

Qualche volta le stelle sono in preda ad una fluttuazione rapidissima di splendore e di grandezza apparente, accompagnata da altrettanto rapidi combiamenti di colore. Si dice allora che le stelle scintillano.

Questo della scintillazione è un fenomeno antico ed universalmente noto, ma, strano a dirsi, è noto di nome soltanto; la più gran parte dei suoi particolari è tuttora ignota; sulla causa stessa che lo produce regna ancora qualche oscurità, poichè esso è un fenomeno complesso così com'è complesso il raggio luminoso stellare, e la sua complicazione è ancora aumentata dalla durata sensibile dell'impressione luminosa sulla retina dell'occhio.

La scintillazione è certo un fenomeno atmosferico; ma in qual modo l'atmosfera produce tanta alterazione, tanto disordine nella direzione naturale e nell'intensità dei raggi stellari? Secondo Arago la scintillazione è un fenomeno d'interferenza; Montigny, Respighi, Donati, più a ragione parmi, pensano che essa sia invece prodotta da dispersioni e da rifrazioni dei raggi stellari nell'atmosfera; sono sottrazioni momentanee o deviazioni dei diversi raggi luminosi dalla pupilla dell'occhio o dall'obbiettivo del cannocchiale che la producono.

La scintillazione in generale è massima all'orizzonte, ma da noi qualche volta è viva ancora al zenit; ad occhio nudo è notevolissima per le stelle più grandi, diminuisce per le stelle minori, diventa insensibile per le più piccole; pell'occhio armato estendesi a tutte le stelle; il crepuscolo e la vicinanza delle nubi la aumentano; pare che la sua in-

tensità sia funzione del colore delle stelle e specialmente del grado di umidità dell'aria, ma quali sieno le sue relazioni collo stato dell'atmosfera terrestre bene non si sa.

Occorrono osservazioni, ed osservazioni fatte in luoghi lontani e diversi, sul mare e sui continenti, nei deserti, nelle steppe e nei piani vegeti e rigogliosi, con temperature bassissime, con temperature medie, con temperature altissime, in climi umidi ed in climi asciutti, in valli, in altipiani, fra montagne.

Ad osservare la scintillazione è utilissimo lo spettroscopio (1); un prisma molto dispersivo posto fra l'obbiettivo e il fuoco del cannocchiale trasforma l'immagine della stella in una linea luminosa, ossia in uno spettro lineare di conveniente lunghezza; una lente cilindrica allarga il medesimo spettro, lo sviluppa in un nastro sufficientemente esteso in lunghezza e larghezza, e stratifica trasversalmente allo spettro ogni qualità di raggi o di colore; è naturale che sopra un tale spettro le più piccole variazioni di intensità luminosa e di colore saltino con vivacità e precisione all'occhio.

Ad osservare la scintillazione conviene ancora un cannocchiale di cui siasi spinto l'oculare al di là del fuoco dell'obbiettivo e che dia delle stelle immagini diffuse, poichè sopra queste più sensibili diventano le variazioni della sorgente luminosa.

Ma anche il semplice occhio nudo può fare osservazioni preziose; basta che l'osservatore elimini le parole vaghe indeterminate e d'un significato puramente relativo come a dire debole, forte, intensa... ed adotti invece una scala numerica in cui ad ogni grado di scintillazione corrisponda un numero. Non sia tale scala troppo estesa ed abbracci 10 soli gradi; con 0 si indichi la mancanza assoluta di scintillazione, con 10 la scintillazione massima caratterizzata da ciò che le stelle vicino all'orizzonte cambiano di colore, d'un tratto aumentano di grandezza, d'un tratto diminuiscono fino a quasi scomparire per un istante, coi numeri fra 0 e 10 s'indichino gradi intermedi d'intensità (2). Con questo non si elimina affatto ogni arbitrio, si dà una misura del fenomeno ancora relativa, ma una misura che permette di paragonare in seguito le diverse osservazioni. Appena occorre aggiungere che per essere veramente utili le osservazioni sulla scintillazione devono essere accompagnate dal maggior numero possibile di dati meteorologici.

(1) L. Respighi, *Sulla scintillazione delle stelle* — Accademia pontificia dei nuovi Lincei, maggio 1868, febbraio 1869.

(2) Ch. Dufour, *Instructions pour l'observation de la scintillation des étoiles* — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, n° 47 — Lausanne, 1860.

VI.

Stelle cadenti.

Non di rado una fiaccola luminosa appare subitamente in una parte qualunque della sfera stellata, corre rapidamente per lo più in direzione costante, poi si estingue, o scoppiando a modo di razzo, più spesso perdendo per gradi la propria luce. È una stella cadente. Niente si vedeva nel luogo dove la fulgida meteora è comparsa, niente è rimasto nel luogo ove cessò.

La grandezza apparente delle cadenti è varia; alcune sono piccole ed appena visibili; altre vincono in splendore le stelle più fulgide; altre svolgono tal luce che a loro di fronte impallidiscono le stelle e l'orizzonte d'un tratto si illumina come di giorno. Le più deboli si dicono cadenti e si attribuiscono loro sei ordini di grandezza così come alle stelle visibili ad occhio nudo (1); alle più fulgide si riserva il nome di bolidi; i più piccoli richiamano alla mente Giove e Venere, i più grandi uguagliano talora la luna piena e sono o sferici o piriformi.

Non è gran tempo le cadenti erano fra i fenomeni meno studiati, e le osservazioni loro abbandonate a pochissimi cultori. Nel 1844 Argelander in una bellissima esortazione agli amici dell'astronomia (2), che potrebbe con vantaggio essere tuttora letta, le indicava come uno degli argomenti intorno a cui osservazioni continuate avrebbero prodotti fecondi risultamenti; nè questi davvero si fecero troppo a lungo aspettare. Delle cadenti noi conosciamo ora la natura cosmica, il loro muoversi a sciami attraverso gli spazi planetari in orbite determinate, l'intimo vincolo che le collega alle comete (3).

Le osservazioni delle cadenti però sono ben lungi dall'essere esaurite; ora più che mai ésse vogliono anzi essere spinte, ed alle medesime può specialmente tornar efficace l'opera dei viaggiatori. Si fanno ad occhio nudo col solo aiuto di una carta celeste e di un orologio; si possono fare ad ogni ora della notte, quando l'oscurità non sia rotta da bagliore lunare, sebbene più opportune delle altre sieno le ore che susseguono alla mezzanotte.

Osservando attentamente il cielo, non passa gran tempo prima che una cadente in esso s'infiammi; in un'ora il numero loro, in circo-

(1) V. il capitolo seguente.

(2) F. Argelander, *Aufforderung an Freunde der Astronomie* — Schumacher's Jahrbuch für 1844.

(3) G. Schiaparelli, *Le stelle cadenti* — Milano, Treves, 1873.
Entwurf einer astronomischen Theorie der Sternschnuppen — Stettin, 1871.

stanze normali, va da 10 a 15. Ad ogni stella che appare, l'osservatore noti il momento di sua apparizione, e fissata bene in mente la sua traiettoria attraverso alle stelle del cielo, la disegni sopra una carta celeste: per questo egli badi a non allontanare l'occhio dal cielo prima di aver ben chiaro e preciso nella mente il corso osservato, il nome e il numero delle stelle che lo individuano, e nel disegnarlo poi sulla carta ponga ogni attenzione.

Disegnata la traiettoria, l'osservatore noti la maggiore o minore velocità della meteora; il tempo durante il quale le meteore percorrono la parte visibile della loro orbita è il più delle volte una frazione di secondo, di rado oltrepassa i 3 o 4 secondi; qualche volta, spenta la meteora, rimane in cielo una traccia luminosa da quella lasciata in forma di coda; questa traccia in generale scompare pochi secondi dopo la meteora, ma talora perdura, in mezzo a trasformazioni incessanti, uno, due ed anche più minuti.

Dopo la velocità l'osservatore noti la forma della traiettoria apparente; questa in generale è quella di un arco di circolo massimo, ma talora si foggia a spirale, talora cambia bruscamente direzione; infine noti l'osservatore lo splendore della meteora paragonato a quello delle stelle di varia grandezza, il suo colore, i fenomeni, che accompagnarono la traccia luminosa dalla meteora lasciata dietro a sè.

A tutti questi dati faccia il giorno dopo seguire le coordinate, ascensione retta e declinazione, del punto in cui principiò e in cui finì la traiettoria, così com'esse sono date direttamente dal disegno, e per tal modo otterrà un'osservazione completa, cui potrà poi, con vantaggio della scienza, comunicare all'Osservatorio astronomico di Milano, al quale fanno capo tutti gli osservatori italiani di stelle cadenti.

Soprattutto importa nel disegnare prima e nel rilevare poi le coordinate degli estremi della traiettoria, portare il maggior spirito di precisione, poichè in ciò sta la parte più importante dell'osservazione, quella da cui dipende la determinazione del radiante. È bene ancora imprimersi nella mente che, meglio d'un grande numero di osservazioni, giova alla scienza un numero limitato di osservazioni precise, quindi, quando in certe apparizioni eccezionali il numero delle cadenti cresce oltre misura, conviene fermare la propria attenzione sopra l'una o sopra l'altra parte dell'osservazione, e, o proporsi per iscopo la determinazione del radiante disegnando fra le traiettorie quelle colpite colla maggiore certezza e precisione soltanto, oppure enumerare il loro numero, notandone ad un tempo i principali caratteri fisici.

Tutti i giorni sono ugualmente buoni per osservazioni di cadenti: vi sono però certe epoche dell'anno in cui le osservazioni acquistano un'importanza speciale per ciò che le cadenti in esso osservate appar-

tengono a sciami determinati, ai quali appartiene pure o certo o probabilmente una cometa. Queste epoche nello stato attuale delle nostre cognizioni sono il gennaio 1-4, l'aprile 20-24, il luglio 27-29, l'agosto 9-14, il settembre 18-25, l'ottobre 19-26, il novembre 12-14 e 27-29, il dicembre 6-9-13. Il radiante delle cadenti a cui le epoche stesse si riferiscono giace a nord dell'equatore, e per conseguenza le meteore assai bene possono essere osservate dall'emisfero boreale della terra. Meno sappiamo sugli sciami meteorici con radianti australi, tuttavia per l'emisfero australe della terra paiono raccomandabili le epoche seguenti: dal gennaio 28 al 2 febbraio, dal 12 al 15 marzo, dal 13 al 17 maggio, dal 1° al 5 giugno, dal 28 luglio al 2 agosto, che pare l'epoca della massima frequenza di meteore nell'emisfero sud, dal 5 al 7 agosto, dal 18 al 25 dicembre.

VII.

Colore e grandezza delle stelle fisse. — Stelle variabili.

Il colore delle stelle fisse sta fra le cose finora meno studiate, la loro grandezza fra quelle conosciute con minore certezza.

I colori sono difficilmente suscettibili d'una determinazione precisa ed assoluta; tale stella che all'uno appare vivamente rossa, altri la giudica pallida o giallognola; per ciò furono sempre trascurate le osservazioni loro, e si ritenne essere sulle medesime troppo grande l'influenza delle attitudini fisiologiche dell'osservatore, nè esse corrispondere mai se non da lontano alla realtà. In questo, se c'è del vero, vi è però molto dell'esagerato insieme. Schmidt, dopo lunga esperienza, si persuase che i colori delle stelle sono suscettibili di determinazioni certe e positive, che entro limiti sufficienti possono i medesimi essere espressi da numeri, e per tal modo divenire l'oggetto di indagini scientifiche.

Egli pare che nei colori delle stelle avvengano cambiamenti periodici; la stella *alfa* dell'Orsa maggiore, ad esempio, nel giro di cinque settimane da rossa diventa d'un colore giallo pallido; le stelle *beta* del Cigno, *alfa* di Ercole, *alfa* di Cassiopea passano periodicamente dal giallognolo ad un rosso diversamente intenso. Col colore delle stelle è strettamente unita la questione del loro splendore; osservazioni quindi che specialmente fossero rivolte ai colori stellari, sarebbero sotto più d'un aspetto di giovamento alla scienza. A chi vi volesse attendere saranno utili le poche norme seguenti, tratte dalle pubblicazioni di Schmidt, sopra questo argomento.

Schmidt si limita alla serie dei colori, che cominciando dal bianco puro passano per tutte le apparenze e gradazioni del giallo e finiscono

poi a poco a poco nel rosso. Egli afferma di non conoscere in cielo stelle o realmente bianche o realmente rosse; in quelle universalmente riconosciute per bianche, come *Sirio* e *Vega*, egli trovò sempre una debole traccia di giallo; in tutte le rosse poi, senza eccezione, egli riconobbe sempre essere il colore fondamentale del nucleo un giallo intenso, tendente più o meno al rosso; il vero rosso del carminio egli non lo incontrò mai in alcuna stella. Schmidt nelle sue osservazioni si serve della seguente scala di colori: pone il bianco puro uguale a zero, il rosso vero spoglio da ogni miscela di giallo uguale a dieci; fra i due indica il giallo puro col numero 4, il giallo intenso proprio dell'oro col numero 6, e coi rimanenti numeri le gradazioni per cui si passa dal bianco al giallo puro, da questo al giallo intenso, successivamente al rosso. Nelle sue osservazioni tutte le stelle dette comunemente rosse ottennero numeri della scala compresi fra il 6,5 ed il 9.

È noto che il diverso splendore delle stelle, fin dai tempi più antichi, le ha fatte dividere in classi, sei per l'occhio nudo, le quali furono chiamate grandezze, per ciò che le stelle più splendenti, mandando maggior massa di luce all'occhio, appaiono più grandi. Gli splendori stellari formano però nel loro insieme una serie così continua, passano gli uni negli altri per gradi, per sfumature tanto insensibili, che diventa necessario il comprendere sotto una medesima grandezza stelle di splendore sensibilmente diverso, e diviene ad un tempo impossibile il definire esattamente i limiti delle diverse grandezze, sicchè una data stella sia da osservatori diversi riferita senz'altro ad una stessa classe. Ad una medesima grandezza appartenendo stelle di diverso splendore, è difficile trovare in cielo per ogni grandezza stelle veramente tipiche, e quand'anche queste si trovassero, riesce sommamente difficile e conduce quasi sempre ad un risultato falso lo stimare le grandezze stellari dietro un tipo prestabilito. In pratica non è possibile scolpire nella mente questo tipo, e tenere l'impressione viva sì, che essa non venga alterata dalle impressioni successive delle stelle che realmente si vedono.

Fu proposto di riferire ad un'unità di misura certa e determinata gli splendori stellari per mezzo di misure fotometriche. Ma queste misure richiederebbero un tempo grandissimo, quando le si volessero estendere a tutte le stelle, ed inoltre lo splendore assoluto di una stella è problema di soluzione pressochè impossibile, dipendendo esso da un cumulo di circostanze accessorie, quali il diverso colore della stella, l'ineguale trasparenza dell'atmosfera ad altezze diverse sull'orizzonte, e per una medesima altezza, a distanze azimutali diverse, la differente illuminazione del fondo del cielo, circostanze tutte la cui influenza il fotometro o non elimina oppure solo debolmente affievolisce.

Herschel ed Argelander furono da una lunga esperienza persuasi

che nella presente questione l'occhio nudo e le osservazioni di paragone possono solo condurre a qualche risultato, e indipendentemente l'uno dall'altro escogitarono alcune norme di osservazione nelle quali per l'importanza dell'argomento vale la pena di qui addentrarsi.

Herschel diede per ciascun emisfero una lista di stelle ordinate prossimamente per ordine di grandezza, cominciando dalle più splendenti o di prima grandezza e terminando con quelle di quarta grandezza. Per l'emisfero nord queste stelle sono le seguenti:

Arcturus
Capella
α Lyrae
Procyon
α Orionis
Aldebaran
α Aquilae
Pollux
Regulus
α Cygni
Castor
ε Ursae Maj.
α Ursae Maj.
α Persei
β Tauri
γ Orionis
Polarls
γ Leonis
ζ Ursae Maj.
α Arietis
β Andromedae
β Aurigae
γ Andromedae
γ Cassiopeiae
α Andromedae
α Cassiopeiae
γ Geminorum
β Leonis
γ Draconis
α Ophiuchi
β Cassiopeiae
γ Cygni
α Pegasi
β Pesasi
ε Pegasi
α Coronae

γ Ursae Maj.
β Ursae Maj.
ε Bootis
ε Cygni
α Cephei
α Serpentis
δ Leonis
η Bootis
γ Aquilae
δ Cassiopeiae
η Draconis
β Draconis
β Arietis
γ Pegasi
ε Virginis
θ Aurigae
β Herculis
Cor Caroli
β Ophiuchi
δ Cygni
ε Persei
η Tauri
ζ Persei
ζ Herculis
κ Aurigae
γ Ursae Min.
η Pegasi
ζ Aquilae
β Cygni
γ Persei
β Trianguli
δ Persei
ε Aurigae
α Lyncis
ζ Draconis
π Herculis

β Canis Min.
ζ Tauri
δ Draconis
μ Geminorum
γ Bootis
ε Geminorum
δ Herculis
δ Geminorum
π^1 Orionis
β Cephei
θ Ursae Maj.
ι Ursae Maj.
η Aurigae
γ Lyrae
η Geminorum
γ Cephei
κ Ursae Maj.
ε Casssiopeiae
θ Aquilae
δ Andromedae
η Herculis
ζ Pegasi
ε Tauri
ζ Cygni
α Trianguli
ζ Aurigae
λ Aquilae
μ Herculis
ι Draconis
μ Pegasi
κ Draconis
η Cassiopeaie
θ Pegasi
ζ Cassiopeiae
δ Aquilae
μ Herculis

ξ Geminorum
κ Geminorum
ζ Cephei
η Cephei
ο Ursae Maj.
λ Geminorum
θ Geminorum
ο Andromedae
β Delphini
ζ Geminorum
α Delphini
41 Arietis
ι Geminorum
λ Tauri
ο Tauri
ξ Tauri
η Piscium
ι Herculis
δ Bootis
γ Trianguli
α Draconis
γ Tauri
γ Arietis
τ Cygni
ι Cephei
ξ Herculis
ο Herculis
ς Cygni
ἰ Pegasi
ξ Pegasi
δ Aurigae
γ Sagittae
γ Ophiuchi
φ Draconis
γ Delphini
α Piscium

Per l'emisfero sud le stelle proposte da Herschel sono queste:

Sirius
Canopus
α Centauri
Rigel
α Eridani
β Centauri
α Crucis
Antares
Spica
Fomalhaut
β Crucis
α Gruis
γ Crucis
ε Orionis
ε Canis Maj.
λ Scorpii
ζ Orionis
β Argus
γ Argus
ε Argus
α Trianguli Austr.
ε Sagittarii
θ Scorpii
α Hydrae
δ Canis Maj.
α Pavonis
β Gruis
σ Sagittarii
δ Argus
β Ceti
λ Argus
θ Centauri

β Canis Maj.
χ Orionis
δ Orionis
γ Centauri
ε Scorpii
ζ Argus
α Phaenicis
ι Argus
α Lupi
ε Centauri
η Canis Maj.
β Aquarii
δ Scorpii
η Ophiuchi
γ Corvi
η Centauri
κ Argus
β Corvi
β Scorpii
ζ Centauri
ζ Ophiuchi
α Aquarii
π Argus
δ Centauri
α Leporis
δ Ophiuchi
ζ Sagittarii
π Ophiuchi
β Librae
γ Virginis
μ Argus
δ Sagittarii

α Librae
λ Sagittarii
β Lupi
α Columbae
ι Centauri
δ Capricorni
δ Corvi
β Eridani
θ Argus
β Hydri
ε Corvi
β Arae
α Toucani
β Capricorni
ς Argus
π Scorpii
β Leporis
γ Lupi
υ Scorpii
ι Orionis
α Arae
π Sagittarii
α Muscae
α Hydri
τ Scorpii
ζ Hydrae
γ Hydrae
β Trianguli Austr.
σ Scorpii
τ Argus
γ Trianguli Austr.
η Serpentis

ι Scorpii
υ Argus
λ Crucis
γ Sagittarii
ν Hydrae
κ Centauri
N Velorum
β Columbae
ζ Canis Maj.
γ Gruis
α Indi
β Muscae
λ Centauri
γ Tubi
γ Hydri
ω Argus
ε Hydrae
θ Eridani
ν Argus
ξ Argus
o^2 Canis Maj
π Hydrae
β Tubi
α Pictoris
φ Sagittarii
α Circini
σ Argus
α Doradus
β Phaenicis
δ Aquarii
ζ Scorpii

Secondo Herschel l'osservatore deve modellare le proprie osservazioni sulle precedenti stelle, colle medesime paragonando e fra le medesime intercalando le altre stelle del cielo. I paragoni devono essere fatti ad occhio nudo fra stelle a non troppo differenti altezze sull'orizzonte, con assenza di luna e di luce crepuscolare. I risultati devono essere scritti in ordine di splendore per modo che formino una serie decrescente la quale cominci colla stella più splendida e termini colla più debole.

Argelander non vuole stelle o serie di stelle tipiche. Egli chiama egualmente splendide due stelle, le quali appena guardate gli appaiono

tali, e lungamente considerate mostrano costantemente uno stesso splendore, oppure ora l'una ora l'altra uno splendore di poco maggiore. Questo fatto egli usa esprimere scrivendo di fianco i segni delle due stelle; se *a b* sono questi segni egli scrive indifferentemente *ab* oppure *ba*.

Se due stelle appaiono a primo colpo d'occhio d'uno stesso splendore, ma poi lungamente considerate e paragonate ripetutamente mostransi tali che l'una di esse sia sempre, o con rarissime eccezioni giudicata più splendente dell'altra, Argelander ritiene lo splendore della prima di un grado più grande che quello della seconda, e questo esprime colla notazione *a* 1 *b* oppure *b* 1 *a*, in modo che il segno della stella più splendida preceda il numero 1, quello della meno lo segua.

Appare l'una stella sempre e indubbiamente più splendida dell'altra, e Argelander ritiene il loro splendore diverso di due gradi, e questo esprime colla notazione *a* 2 *b* oppure *b* 2 *a*, secondo che la *a* o la *b* più dell'altra risplende. Ma se l'una stella a primo colpo d'occhio si riconosce più splendente di un'altra, Argelander ne ritiene lo splendore di tre gradi più grande, ed usa con notazione analoga esprimerlo con *a* 3 *b* oppure con *b* 3 *a*. Finalmente con *a* 4 *b* esprime Argelander una differenza di splendore anche più sensibile che non la precedente, e qui si arresta poichè egli dichiara che il suo occhio non può stimare con sicurezza differenze di splendore più grandi. Oltre al grado Argelander stima ancora il mezzo grado, e la sua notazione *a* 2,5 *b*, ad esempio, significa lo splendore di *a* essere più che due gradi e meno che tre superiore a quello di *b*.

Non si può affermare che queste stime sieno affatto esenti da arbitrio, poichè con un'atmosfera più o meno trasparente diversamente risaltano le differenze di splendore, e l'occhio stesso non è in ogni istante ugualmente sensibile a piccole gradazioni di luce. Argelander per questo consiglia di ripetere più volte, e in circostanze diverse uno stesso paragone, e di scegliere per ognuno dei quattro gradi della scala una coppia determinata di stelle, cui ogni sera, prima di cominciare l'osservazione, è utile attentamente considerare.

Volendo poi applicare queste norme alla determinazione degli splendori stellari, Argelander consiglia di cominciare dalle più splendenti, e di paragonare fra loro dapprima tutte le stelle maggiori, fino a quelle di terza grandezza. Ma poichè queste stelle più splendide sono in cielo alquanto lontane l'una dall'altra, si usi in questi paragoni la maggior diligenza, si ripetano più volte e in stagioni diverse dell'anno, e si facciano solo per stelle che sieno molto ed in pari tempo egualmente alte sull'orizzonte. Consiglia ancora di procedere, nel considerare le altre stelle, per costellazioni; si paragonino cioè le stelle di

terza grandezza di ogni costellazione colle altre più splendenti già osservate, e poi ad esse si colleghino successivamente le meno e meno splendide della costellazione stessa.

Ad arte mi soffermai a lungo sulle norme precedenti perchè dalle medesime solo può aspettarsi una determinazione sicura dei rapporti attuali di splendore delle stelle, e un termine certo di paragone, dietro al quale le età future possano decidere se gli splendori stellari apparenti mutino o non col tempo. Ed ancora lo feci perchè da tali norme dipende in pari tempo l'osservazione non meno importante delle stelle di splendore riconosciuto variabile.

Il fondamento della ricerca che riguarda le stelle variabili è la durata del loro periodo. Questo si determina osservando dapprima per ogni variabile le epoche di massimo e di minimo splendore, come quelle che meglio d'ogni altra fase si possono colpire con sicurezza, e poi combinando fra loro le epoche osservate alla maggior distanza di tempo. Si osservano le variabili cercando dapprima in cielo stelle di paragone opportune, e facendo poi, in condizioni atmosferiche diverse, in stagioni, diverse dell'anno, stime ripetute del loro splendore relativo. Delle stelle di paragone l'una sia meno splendida della variabile nella sua fase di minimo splendore, l'altra abbia uno splendore non superato da quello massimo della variabile; le altre abbiano splendori che a gradi a gradi passino dall'uno all'altro splendore estremo.

Fra le principali variabili stanno *o* di Ceto, *β* di Perseo, *χ* del Cigno, 30 dell'Idra, *R* del Leone, *R* della Corona boreale, *β* della Lira, *δ* di Cefeo, *η* dell'Aquila, *α* di Ercole, *λ* del Toro, *E* del Cocchiere, *η* di Argo, *α*, *β* dell'Idra, *α*, *γ* del Pavone, *β* della Lepre.

Molte altre stelle furono in questi ultimi anni riconosciute variabili; Schönfeld e Winnecke ne pubblicarono un catalogo di 126, cui il lettore potrà trovare nel manuale di astronomia di Klein (1), e nel quale dagli autori si propone che le variabili, quando già non esista per esse un nome od una indicazione speciale, vengano d'ora innanzi designate colle ultime lettere maiuscole dell'alfabeto latino a cominciare dall'*R*, e col nome delle costellazioni a cui appartengono, accettando per queste i limiti disegnati nell'Uranometria nuova di Argelander. Osservazioni eseguite col metodo delle *sequenze* di Herschel o con quello di Argelander potrebbero condurre, specialmente nel cielo australe, a scoperte interessanti di variabili.

(1) H. Klein, *Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung* — Braunschweig, 1872.

PARTE TERZA.

PROBLEMI RISOLUBILI SOLO COL SOCCORSO DI STRUMENTI DI PRECISIONE

I.

Preliminari.

I problemi che più possono importare al viaggiatore sono quelli dai quali dipende la determinazione delle coordinate geografiche di un punto della terra. Forse non sarà inutile far precedere alla trattazione dei problemi stessi queste brevi notizie preliminari.

Un punto della superficie terrestre è determinato dalla sua latitudine geografica e dalla sua longitudine.

La latitudine geografica di un punto è uguale all'altezza del polo sopra l'orizzonte di quel punto, oppure alla distanza del zenit di quel punto dall'equatore.

La longitudine di un punto è l'angolo che il meridiano del punto fa con un meridiano fondamentale scelto per origine; essa è uguale inoltre alla differenza dei tempi in uno stesso istante fisico segnati da due orologi regolati, l'uno sul meridiano del punto, l'altro sul meridiano fondamentale.

I meridiani fondamentali più generalmente usati sono quello che passa per l'Osservatorio di Parigi, quello che passa per l'Isola del Ferro o più propriamente per un punto prossimo a quest'isola e 20 gradi precisi ad ovest dell'Osservatorio di Parigi, quello che passa per l'Osservatorio di Greenwich, il quale trovasi di 2° 20′ 2″ ad ovest dell'Osservatorio di Parigi.

Le longitudini o si contano ad est del meridiano fondamentale da 0 fino a 360 gradi, oppure si contano ad est e ad ovest del meridiano fondamentale da 0 fino a 180 gradi. Rispetto alla data ed al giorno della settimana, i marinai, i quali tengono in generale per meridiano fondamentale quello di Greenwich, arrivati a 180 gradi dal meridiano stesso, saltano un giorno della settimana e della data, se vanno da est verso ovest, danno a due giorni di seguito la stessa data e il medesimo giorno della settimana se vanno da ovest verso est.

Il luogo di una stella è noto quando sono conosciuti il tempo sidereo del passaggio della stella al meridiano, *ascension retta* della

stella, e la distanza della stella dall'equatore, *declinazione* della stella.

L'*angolo orario*, angolo che in un dato istante il circolo massimo passante per i due poli e per l'astro fa col meridiano del luogo d'osservazione, è dato dalla relazione

Angolo orario = Tempo sidereo — Ascension retta,

dove per tempo sidereo s'intende il tempo segnato nel dato istante da un orologio regolato sul tempo sidereo, ossia da un orologio, il quale segna in ogni istante un tempo uguale all'ascension retta di quella stella che passa pel meridiano, e misura 24 ore precise fra due passaggi consecutivi della medesima stella al meridiano.

Le seguenti notazioni sono consacrate dall'uso: si indica in generale con

α l'ascensione retta della stella;
δ la declinazione della stella;
h l'altezza vera sull'orizzonte, l'altezza, cioè, riferita al centro della terra;
z la distanza zenitale vera, uguale sempre a $90 - h$;
A l'azimut, cioè l'angolo orizzontale misurato fra il punto sud ed un oggetto, e contato da sud verso ovest, verso nord, verso est da 0 fino a 360 gradi;
t l'ángolo orario;
θ il tempo sidereo dell'osservazione;
φ la latitudine geografica.

Fra le quantità a cui queste notazioni si riferiscono esiste la seguente relazione:

$$\text{sen}\ h = \cos z = \text{sen}\ \varphi\ \text{sen}\ \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t.$$

In essa si considera come noto il luogo della stella, ossia il valore di α e di δ, che si desume dalle effemeridi astronomiche; si misura la quantità h o la z; rimangono ignote la φ e la $t = \theta - \alpha$; per mezzo di essa quindi, conosciuto φ, si può determinare t e in seguito θ; conosciuto t si può determinare φ.

Per determinare t quando sia noto φ conviene osservare l'altezza dell'astro nelle vicinanze del primo verticale; per determinare φ quando si conosce t conviene osservare l'altezza dell'astro nel meridiano o nelle vicinanze del meridiano.

Le altezze di una stella misurate coi procedimenti dei quali fu trattato a lungo nella parte prima vogliono essere corrette per la rifrazione atmosferica.

La rifrazione aumenta le altezze degli astri; essa è una funzione

dell'altezza osservata, della temperatura dell'aria e dell'altezza del barometro; quando si osserva un astro, oltre alla sua altezza, bisogna quindi notare ancora le indicazioni del barometro e del termometro; esistono in tutti i prontuari tavole per mezzo delle quali, dati gli elementi, altezza misurata od altezza apparente h', temperatura, pressione atmosferica, si può sempre determinare il valore r della rifrazione; per altezze maggiori di 20 gradi si può approssimativamente ritenere

$$r = 57'',7 \text{ cotang } h';$$

fra h', r e l'altezza vera h esiste la relazione $h = h' - r$.

Se trattasi del sole o di un pianeta, le altezze misurate devono essere corrette, oltre che per la rifrazione, ancora per la parallasse; chiamasi con questo nome la riduzione dell'angolo misurato dalla superficie della terra al centro di essa; se si indica con q questa riduzione, con z^1 la distanza zenitale misurata od apparente, con π la parallasse equatoriale orizzontale dell'astro, il cui valore è dato dalle effemeridi astronomiche, sarà $q = \pi$ sen z^1, o con maggior rigore

$$\text{sen } q = \text{sen } \pi \text{ sen } z^1.$$

Se trattasi della luna, il valore di π da adottarsi in questa formola varia da un luogo all'altro della terra; se si indica con π_1 la parallasse equatoriale orizzontale della luna data dalle effemeridi, il valore di π corrispondente alla latitudine geografica φ è dato dalle relazioni:

$$\text{sen } \pi = \rho \text{ sen } \pi_1 \ldots \rho = a \sqrt{1 - e^2 \text{ sen}^2 \varphi} \ldots a = 1 \ldots \log e = 8.912205.$$

Più facilmente il valore stesso di π lo si ricava, o direttamente o con interpolazione assai semplice, dal seguente breve quadro numerico, nel quale la prima riga orizzontale contiene valori diversi di π_1, ossia della parallasse equatoriale orizzontale della luna, la prima colonna verticale contiene valori diversi della latitudine, e le successive colonne verticali contengono per ogni latitudine il numero che bisogna sottrarre dal valore di π_1, che sta in alto della colonna, per avere il valore di π che a quella latitudine corrisponde. Così i numeri 0'' 0, 0'' 1, 0'' 3, 0''7, 1'' 2 . . . sono quelli che bisogna sottrarre da 52' per avere i valori di π corrispondenti rispettivamente alle latitudini 0°, 5°, 10°, 15°, 20° . . .; così ancora, se dalle effemeridi astronomiche siasi tratto $\pi_1 = 60'$, ed abbiasi $\varphi = 45°$, si trova nell'incontro delle due righe, verticale l'una, orizzontale l'altra, che fanno capo ai numeri 60' e 45°, il numero 6'' 0; questo è il valore che bisogna sottrarre

da $\pi_1 = 60'$ per avere il valore di π, ossia della parallasse orizzontale corrispondente al luogo di latitudine uguale a 45°:

Latitudine	π_1 = Parallasse èquatoriale orizzontale					
	52'	54'	56'	58'	60'	62'
0°	0''0	0''0	0''0	0''0	0''0	0''0
5	0 1	0 1	0 1	0 1	0 1	0 1
10	0 3	0 3	0 3	0 4	0 4	0 4
15	0 7	0 7	0 7	0 8	0 8	0 8
20	1 2	1 3	1 3	1 4	1 4	1 4
25	1 8	1 9	2 0	2 1	2 1	2 2
30	2 6	2 7	2 8	2 9	3 0	3 1
35	3 4	3 5	3 7	3 8	3 9	4 1
40	4 3	4 4	4 6	4 8	4 9	5 1
45	5 2	5 4	5 6	5 8	6 0	6 2
50	6 1	6 3	6 6	6 8	7 0	7 3
55	7 0	7 2	7 5	7 8	8 0	8 3
60	7 8	8 1	8 4	8 7	9 0	9 3
65	8 5	8 9	9 2	9 5	9 8	10 2
70	9 2	9 5	9 9	10 2	10 6	10 9
75	9 7	10 1	10 4	10 8	11 2	11 6
80	10 1	10 5	10 9	11 3	11 6	12 0
90	10 4	10 8	11 2	11 6	12 0	12 4

La parallasse abbassa gli oggetti; se chiamisi quindi z la distanza zenitale quale si misurerebbe dal centro della terra, ossia la distanza zenitale vera, sarà

$$z = z^1 - q + r.$$

Le altezze degli astri devono essere corrette per la rifrazione e la parallasse se misurate a terra; se misurate in mare, devono inoltre essere corrette per la depressione dell'orizzonte.

Le effemeridi astronomiche danno il valore del semidiametro della luna così come esso sarebbe veduto dal centro della terra. Da un punto qualsiasi della superficie di questa il semidiametro stesso appare sempre alquanto maggiore, e il piccolo quadro numerico seguente, di cui gli argomenti sono il semidiametro lunare dato dalle effemeridi e l'altezza apparente della luna misurata sull'orizzonte del luogo di osser-

vazione, dà il numero di secondi d'arco che bisogna sempre aggiungere al semidiametro lunare delle effemeridi per avere quello che corrisponde al luogo di osservazione, e che è appunto il semidiametro apparente lunare da introdursi nei calcoli.

Le correzioni analoghe pei semidiametri apparenti del sole e dei pianeti sono affatto insensibili.

Altezza apparente della luna	Semidiametro lunare delle effemeridi		
	14'30"	15'30"	16'30"
0°	0"	0"	0"
3	1	1	1
6	1	2	2
9	2	2	3
12	3	3	4
15	4	4	5
20	5	5	6
25	6	7	7
30	7	8	9
35	8	9	10
40	9	10	11
45	10	11	12
50	10	12	13
55	11	13	14
60	12	13	15
70	13	14	16
80	13	15	17
90	14	16	18

Pei semidiametri del sole e della luna bisogna inoltre tenere conto della *contrazione dovuta alla rifrazione atmosferica*. Cominciamo dal semidiametro verticale. Poichè la rifrazione cresce col crescere della distanza zenitale, la rifrazione pel centro del sole o della luna sarà più grande che quella pel contorno superiore, e la rifrazione pel contorno inferiore sarà alla sua volta più grande che quella pel centro. La distanza apparente dei contorni ne resta quindi diminuita, e l'intero disco prende la figura di un ovale, di cui il diametro più piccolo è il verticale, il diametro più grande è l'orizzontale. Ne nasce una

contrazione in ogni semidiametro, della quale non è difficile tenere calcolo.

Pel semidiametro verticale la contrazione si deduce direttamente dalle tavole di rifrazione, prendendo le differenze fra le rifrazioni corrispondenti rispettivamente al centro ed ai contorni e direttamente deducibili.

Per un semidiametro qualunque inclinato di un angolo i rispetto al semidiametro verticale, la contrazione si ottiene facilmente così: chiamisi:

S il semidiametro verticale vero;

S_1 il semidiametro verticale contratto;

S_q il semidiametro contratto inclinato dell'angolo i, rispetto al verticale;

$\Delta S_1 = S - S_1$ la contrazione nota del semidiametro verticale;

$\Delta S_q = S - S_q$ la contrazione cercata del semidiametro inclinato, sarà:

$$\Delta S_q = \Delta S_1 \cos^2 i.$$

II.

Determinazione del tempo.

Il mezzo più semplice e più preciso che per questa determinazione in un luogo dato della terra si possa consigliare al viaggiatore è quello delle *altezze corrispondenti*. Esso consiste nell'osservare i tempi, nei quali la stessa stella prima e dopo il suo passaggio al meridiano raggiunge la medesima altezza sull'orizzonte.

Le osservazioni si possono fare o col teodolite o col sestante. Col teodolite, puntato il cannocchiale all'astro che vuole osservarsi, si fissa il nonio I del circolo verticale ad un numero intero di gradi e minuti; l'occhio al cannocchiale, l'orecchio al cronometro, si sta attenti a colpire il momento in cui pel filo orizzontale del micrometro passa l'immagine della stella, se è una stella che s'osserva, oppure l'immagine del contorno superiore od inferiore del sole, se è questo l'astro osservato; si nota questo istante; si legge l'altro nonio; si guarda il livello se ha la bolla ancora centrata; se no, se ne legge lo spostamento; si sposta il nonio I di 10 oppur 20 minuti primi; si fa una nuova osservazione; fatte in tal modo alcune osservazioni col circolo verticale a destra, se ne fa un ugual numero col circolo a sinistra; si lascia che l'astro continuando il suo moto apparente raggiunga il meridiano, lo

passi e prenda a discendere verso ovest; ad ovest si ripete il sistema di osservazioni già fatto ad est, cominciando coll'indicazione del nonio colla quale ad est si è terminato; convien fare le osservazioni quando l'astro è nel primo verticale, purchè in quel momento non abbia un'altezza troppo piccola.

Col sestante si pone lo zero dell'alidada sopra un numero intero di gradi e di primi; si nota questo numero; si aspetta l'istante in cui o l'immagine della stella riflessa dall'orizzonte artificiale e quella doppiamente riflessa dallo strumento si coprono, oppure i contorni delle due immagini del sole vengono a contatto; quando questo avviene si nota il tempo segnato dal cronometro; spostando ogni volta lo zero dell'alidada esattamente di 20 o più primi, si ripete più volte l'osservazione, e se trattasi del sole si osserva un egual numero di volte il suo contorno superiore e l'inferiore; si lascia che l'astro passi pel meridiano; quando discende verso ovest si ripetono le osservazioni cominciando coll'indicazione del nonio e col contorno del sole, se di questo trattasi, con cui si è terminata la serie delle osservazioni ad est.

Se si tratta di una stella, nel corso di poche ore la sua declinazione varia così poco che si può senz'altro ammettere che ad uguali sue altezze corrispondano uguali angoli orari. Se T è il tempo segnato dal cronometro quando la stella ad est aveva un'altezza apparente uguale ad h, se T_1 è quello da esso segnato quando la stella discendendo ad ovest ha raggiunta la medesima altezza apparente h, $\frac{1}{2}(T+T_1)$ sarà il tempo segnato dal cronometro nell'istante della culminazione della stella; se il cronometro va bene questo tempo deve essere evidentemente uguale a quello che pel passaggio al meridiano della stessa stella danno le effemeridi astronomiche o direttamente o con breve calcolo.

Se si tratta del sole, bisogna anzitutto avere riguardo al cangiamento della sua declinazione. Se questa fra l'osservazione del mattino e quella della sera aumenta di $d\delta$, cresce in pari tempo l'angolo orario di

$$dt = \left(\frac{\text{tang } \varphi}{\text{sen } t} - \frac{\text{tang } \delta}{\text{tang } t}\right) d\delta \qquad (1)$$

essendo dt espresso in *tempo vero;* ma l'angolo orario del sole non è altro che il tempo vero; quindi se chiaminsi con T e T_1 i tempi segnati dal cronometro a tempo medio rispettivamente durante l'osservazione del mattino e la corrispondente della sera, se chiamisi con T_0 il tempo segnato dal cronometro nell'istante del passaggio del sole al meridiano, ossia a mezzodì vero, se con t si indichi l'angolo orario calco-

lato col valore di δ, che corrisponde al tempo della prima osservazione, sarà

$$T = T_0 - t$$
$$T_1 = T_0 + t - dt$$
$$T_0 = \frac{1}{2}(T + T_1) - \frac{1}{2}dt$$

La quantità $\frac{1}{2}(T + T_1)$, data immediatamente dai tempi di osservazione, è il così chiamato ***mezzodì non corretto***; $\frac{1}{2}dt$ è la ***correzione del mezzodì;*** e per essa si prende il valore dato dalla formola (1), nella quale φ è noto, δ è dato dalle effemeridi astronomiche, t si pone in pratica uguale a $\frac{15}{2}(T_1 - T)$, se il cronometro va a tempo medio, uguale a $15 \left\{ \frac{1}{2}(T_1 - T) - s \right\}$, se il cronometro va a tempo sidereo; la quantità s in questa ultima formola esprime appunto la riduzione dell'intervallo sidereo $\frac{1}{2}(T_1 - T)$ ad intervallo medio, ed è data direttamente da apposite tavole esistenti in tutte le effemeridi astronomiche; in queste è pur data la variazione oraria del valore di δ, variazione che moltiplicata per $T_1 - T$, espresso in ore, dà il valore di $d\delta$ da applicarsi nella formola; la variazione oraria di δ essendo espressa in secondi d'arco, nella stessa unità sarà pure espresso il valore di $d\delta$ così ottenuto; volendo avere il dt espresso in secondi di tempo, converrà introdurre nella formola l'ottenuto valore di $d\delta$ diviso per 15.

Trattandosi di un problema importantissimo pel viaggiatore, il seguente esempio non tornerà forse interamente ozioso. Nel luogo A, di cui la latitudine boreale è uguale a 47° 24′, la longitudine orientale da Greenwich è uguale a $2^h\,40^m\,30^s$, furono il 22 marzo 1880 osservate le seguenti altezze corrispondenti del sole:

LETTURE DEL SESTANTE ossia DOPPIE ALTEZZE non corrette	INDICAZIONI DEL CRONOMETRO regolato a tempo medio		MEZZODÌ non corretto
	Mattino	Sera	
Contorno superiore.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.
51° 0'	19 49 16 0	2 48 58 5	23 19 7 25
20	50 24 0	47 49 5	6 75
40	51 32 0	46 41 0	6 50
52 0	52 41 0	45 33 0	7 00
20	53 49 5	44 25 0	7 25
Contorno inferiore.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.
52° 20'	19 57 27 5	2 40 48 0	23 19 7 75
40	58 36 0	39 39 0	7 50
53 0	59 46 0	38 30 0	8 00
20	20 0 55 5	37 21 0	8 25
40	2 3 0	36 10 0	6 50
		Media . . .	23 19 7.27

Dalle osservazioni si deduce:

$$T_1 - T = 6^h\, 47^m\ \ 8^s$$
$$t = 3\ \ 23\ \ 34\ = 50^\circ\, 53'\, 30''$$

Dal *Nautical Almanac*, e precisamente dalla pag. 38, la I del mese si deduce:

A mezzodì vero del luogo A . . . . $\delta = +\, 0^\circ\, 51'\, 30''\ 7$

. . . . variazione oraria di $\delta = +\ \ 59\ \ 10$

. . . . tempo medio . . . . $= 24^h\, 6^m\, 52^s 76$

Sarà quindi

$$d\delta = +\, 400''.9935 = +\, 26^s\ 733$$
$$\frac{\text{tang}\ \varphi}{\text{sen}\ t}\, d\delta \ldots\ldots = +\, 37\ \ 47$$
$$\frac{\text{tang}\ \delta}{\text{tang}\ t}\, d\delta \ldots\ldots = +\ \ 0\ \ 33$$
$$dt \ldots\ldots = +\, 37\ \ 14$$
$$\frac{1}{2}\, dt \ldots\ldots = +\, 18\ \ 57$$

e finalmente

Mezzodì non corretto	$23^h\ 19^m\ 7^s\ 27$
Correzione del mezzodì $(-\frac{1}{2}dt)$	$-18\ 57$
Tempo del cronometro a mezzodì vero.	23 18 48 70
Tempo medio a mezzodì vero	24 6 52 76
Il cronometro è indietro, rispetto al tempo medio, di. .	0 48 4 06

Il *tempo* si può ancora determinare per mezzo dell'*osservazione di una singola altezza*, misurata anche questa o col teodolite oppure col sestante; lo si deduce allora per mezzo dell'una o dell'altra di queste due formole:

$$\cos t = \frac{\cos z - \operatorname{sen}\varphi \operatorname{sen}\delta}{\cos\varphi \cos\delta}.$$

$$\operatorname{sen}\frac{1}{2}t = \sqrt{\frac{\operatorname{sen}\frac{1}{2}\left\{z-(\varphi-\delta)\right\}\operatorname{sen}\frac{1}{2}\left\{z+\varphi-\delta\right\}}{\cos\varphi\cos\delta}}.$$

Calcolato l'angolo t, lo si converte in tempo, e, se l'astro osservato è una stella, sarà il tempo sidereo dell'osservazione dato dalla relazione:

$$\theta = \alpha + t,$$

nella quale l'angolo orario t si prende negativo quando giace ad est del meridiano.

Se invece l'astro osservato è il sole, l'angolo orario t dà direttamente il tempo vero dell'osservazione; in questo caso però dovrebbesi nella formola mettere per δ il valore *attuale* della declinazione del sole, ossia il valore che corrisponde all'istante *ignoto* dell'osservazione; in pratica si prende dalle effemeridi per δ il valore che corrisponde al mezzodì vero, e si apporta al t così determinato una correzione dt data dalla stessa formola (1) applicata nell'esempio precedente.

Come dall'osservazione di una singola altezza si possa dedurre il tempo risulterà vieppiù chiaro dall'esempio seguente:

Nel luogo B, di cui la latitudine boreale è uguale a $44^\circ\ 13'\ 40''$, la longitudine orientale da Greenwich uguale a $2^h\ 53^m\ 25^s$, fu il 14 luglio 1879 osservata per mezzo di un teodolite l'altezza di Arturo, α Bootis, ad ovest del meridiano. Si trovò che, quando il cronometro, regolato a tempo medio, segnava $10^h\ 40^m\ 34^s\ 5$, la distanza zenitale apparente della stella era uguale a $58^\circ\ 41'\ 32''\ 5$, l'altezza del barometro era uguale a $739^{mm}, 4$, i termometri centigradi, annesso al barometro ed esterno, segnavano rispettivamente $+22^\circ,0$, $+15^\circ,8$.

Dai dati dell'osservazione e dalle tavole di rifrazione si ricava il valore di quest'ultima:

$$r = 1'\ 30''\ 4;$$

dalla pagina 348 del *Nautical Almanac* si ricava per Arturo;

$$\alpha = 14^h\, 10^m\, 11^s\, 32$$
$$\delta = +\, 19^\circ\, 48'\, 40''\, 4$$

dalla pag. 111, la II del mese, si deduce:

Tempo sidereo a mezzodì medio di Greenwich	$7^h\, 27^m\, 55^s\, 55$	
Correzione per la differenza di longitudine	— 28 49	
Tempo sidereo a mezzodì medio del luogo *B*	7 27 27 06	

Ciò posto, si avrà:

Distanza zenitale apparente			$58^\circ\, 41'\, 32''\, 5$
Rifrazione			1 30 4
Distanza zenitale vera, ossia z			58 43 2 9
φ	$+\, 44^\circ\, 13'\, 40''\, 0$		
δ	+ 19 48 40 4		
$\varphi - \delta$	+ 24 24 59 6		
$\frac{1}{2}(\varphi - \delta)$	+ 12 12 29 8		
$\frac{1}{2} z$	+ 29 21 31 4		
$\frac{1}{2}\{z + \varphi - \delta\}$	+ 41 34 1 2		
$\frac{1}{2}\{z - (\varphi - \delta)\}$	+ 17 9 1 6		
$\log \text{sen} \frac{1}{2}\{z + \varphi - \delta\}$			9.821843
$\log \text{sen} \frac{1}{2}\{z - (\varphi - \delta)\}$			9.469656
Comp. log. di $\cos \varphi \cos \delta$			0.171236
Somma			9.462735
$\log \text{sen} \frac{1}{2} t$			9.731367
$\frac{1}{2} t$	$32^\circ\, 35'\, 49''\, 2$		
t	65 11 38 4	=	$4^h\, 20^m\, 46^s\, 56$
α			14 10 11 32
Tempo sidereo dell'osservazione			18 30 57 88
Tempo sidereo a mezzodì medio di *B*			7 27 27 06
Intervallo sidereo fra il mezzodì medio e l'osservazione			11 3 30 82
Riduzione dell'intervallo sidereo in medio			— 1 48 70
Intervallo medio fra il mezzodì medio e l'osservazione, ossia tempo medio dell'osservazione . . .			11 1 42 12
Tempo dell'osservazione segnato dal cronometro . .			10 40 34 50
Correzione del cronometro		+	0 21 7 62

Altri metodi si hanno per la determinazione del tempo, e dipendono dall'osservazione dei passaggi degli astri ad uno strumento collocato in generale nel meridiano; ma i medesimi non possono convenire al viaggiatore, e basta quindi averli qui di volo accennati.

III.

Determinazione della latitudine.

Il modo più semplice di risolvere questo problema è quello di osservare l'altezza di un astro nel momento in cui essa meno cambia col tempo. Questo per tutte le stelle in generale, astrazione fatta per le stelle che passano vicinissimo al zenit, avviene quand'esse sono vicine al meridiano; per le stelle polari avviene in qualunque angolo orario.

Si indichi con z la distanza zenitale vera di una stella nell'istante preciso in cui essa passa pel meridiano; se la stella è circumpolare e nella sua culminazione superiore sarà $\varphi = \delta - z$; se essa è circumpolare, ma nella sua culminazione inferiore sarà $\varphi = 180 - \delta - z$; se essa passa fra lo zenit e l'equatore sarà $\varphi = \delta + z$; se essa passa al di là dell'equatore, se cioè è australe nell'emisfero nord della terra, boreale nell'emisfero sud, sarà $\varphi = z - \delta$

Torna però molto difficile al viaggiatore il determinare con precisione direttamente l'altezza meridiana di un astro; meglio è per lui dedurre questa altezza da osservazioni fatte nelle vicinanze del meridiano ossia da *osservazioni di altezze circummeridiane.*

Se si indica con z_1 la distanza zenitale vera osservata nelle vicinanze del meridiano, con t il corrispondente angolo orario, se, conservando per la distanza zenitale meridiana l'indicazione z, si ponga

$$z = z_1 - x$$

si potrà determinare x, ossia la riduzione al meridiano della distanza zenitale osservata, per mezzo della formola

$$\operatorname{sen} \frac{1}{2} x = \frac{\cos \varphi \cos \delta}{\operatorname{sen} (z_1 - \frac{1}{2} x)} \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} t \qquad (2)$$

Nel secondo membro di questa relazione entra la quantità δ data dalle effemeridi astronomiche, entrano la z_1 e la t le quali sono pure direttamente deducibili dall'osservazione e dalle effemeridi; ma entrano pure le quantità incognite φ ed x; di essa non può quindi ottenersi che una soluzione indiretta.

Quanto a φ si prende per esso un valore approssimato quale si può dedurre da una carta geografica oppure dal valore osservato di z_1 e da quello di δ dato dalle effemeridi; un errore di due minuti primi nel valore assunto di φ non produce influenza sensibile su quello di x; nel caso poco probabile in cui si cada poi su un valore di φ troppo diverso dall'adottato si ripete col nuovo valore il calcolo di x.

Quanto ad x, s'incomincia, trascurando il $\frac{1}{2}\,x$, che entra nel denominatore del secondo membro, a trovare per esso un primo ed approssimato valore; si sostituisce questo nel secondo membro e si calcola un secondo e sempre abbastanza corretto valore suo.

In pratica si osservano sempre successivamente più altezze circummeridiane del medesimo astro; si riduce ciascuna di esse al meridiano. e si ottengono così più determinazioni della latitudine cercata.

Se l'astro osservato è una stella, per la quale δ è sempre costante, il calcolo delle diverse riduzioni x al meridiano procede semplice e spedito; se l'astro osservato è il sole od altro di cui non possa ritenersi costante la declinazione, si semplifica d'assai il calcolo così: si prende per tutte le riduzioni senza distinzione il valore di δ corrispondente all'istante del passaggio dell'astro pel meridiano; si calcolano gli angoli orari, non partendo dal tempo T del passaggio dell'astro pel meridiano, ma dal tempo T_1 della sua altezza massima, tempo che è dato in secondi dalla relazione

$$T_1 = T + \frac{\mu}{188,5}\,(\text{tang }\varphi - \text{tang }\delta,)$$

nella quale φ e δ hanno il solito significato, μ indica la variazione della declinazione dell'astro in 48 ore, desunta dalle effemeridi ed espressa in secondi d'arco: positiva, quando l'astro si avvicina al polo visibile, per noi al polo nord; negativa, quando se ne allontana.

Così, osservando le altezze circummeridiane di una stella o del sole, si ottiene con facilità la latitudine.

Chi non voglia impicciarsi con altezze circummeridiane, può osservare invece in una posizione qualunque l'*altezza di una stella polare;* per queste il valore di cos δ è molto piccolo; quindi può sempre applicarsi con approssimazione sufficiente, anche pei più grandi angoli orari, la precedente formolà (2): se si vogliono formole rigorose, si può ricorrere alle seguenti:

$$n \text{ sen } N = \text{sen } \delta;$$
$$n \cos N = \cos \delta \cos t;$$
$$\cos (N - \varphi) = \frac{\cos z}{n}.$$

Le due prime servono a determinare N ed n, l'ultima a determinare φ; in pratica l'applicazione di queste formole non offre mai difficoltà, l'emisfero terrestre in cui uno trovasi decidendo sempre del segno da darsi ad $N - \varphi$.

Gli esempi che seguono finiranno per mettere in tutta la luce desiderata la soluzione di questo problema della latitudine.

Nel luogo *A*, di cui la longitudine orientale da Greenwich è uguale a $2^h\,40^m\,32^s,9$, furono il 30 settembre 1879 con un teodolite fatte le osservazioni seguenti della stella α *Aquilae:*

Circolo verticale	Tempi del cronometro	Letture del circolo	Barometro	Termometri C.
	h. m. s.			
A sinistra	6 27 50 5	239 34 50 5	765mm.8	Annesso + 15° 0 Esterno + 9 4
. . . . . .	6 32 44 5	239 36 49 7		
A destra	6 41 26 5	317 31 52 4		
. . . .	6 46 37 5	317 34 59 7		

Si sa che il luogo del zenit sul circolo è a 278° 34′ 0″4; si sa ancora che il cronometro usato è a tempo medio, che esso, quando segnava $5^h\,13^m\,46^s\,9$, era indietro, rispetto al tempo medio, di $0^h\,33^m\,0^s\,72$ e che esso accelera di $3^s\,84$ in un giorno medio, di $0^s\,16$ in un'ora.

Ciò posto, volendo determinare la latitudine, si ricavano dalla pagina 359 del *Nautical Almanac* le coordinate seguenti di α *Aquilae:*

$$\alpha = 19^h\,44^m\,56^s\,23,$$
$$\delta = +\ 8^\circ\,33'\,16''\,3;$$

dal luogo del zenit sul circolo e dalle letture fatte nell'osservazione si deducono i seguenti valori delle distanze zenitali successivamente lette:

38°	59′	9″	9
38	57	10	7
38	57	52	0
39	0	59	3

da queste distanze zenitali, dai dati barometrici e termometrici si deduce, per mezzo delle tavole di rifrazione, il valore di quest'ultima uguale per ciascuna distanza zenitale a 47″, 4; si somma questo nu-

mero a ciascuno di quelli appena scritti, e si ottengono le seguenti distanze zenitali vere osservate, ossia i seguenti valori di z_1:

38°	59′	57″	3
38	57	58	1
38	58	39	4
39	1	46	7

Rimangono a calcolare le riduzioni x al meridiano di questi valori; combinando il minimo valore osservato di z_1 con δ, assumo per φ il valore provvisorio 47° 31′: calcolo in seguito il tempo segnato dal cronometro nell'istante della culminazione della stella così:

Dalla pag. 147 del *Nautical Almanac*, tempo sidereo a mezzodì medio di Greenwich	12h	35m	26s,	83
Correzione per la differenza di longitudine			— 26,	32
Tempo sidereo a mezzodì medio del luogo *A*	12	35	0	51
Tempo sidereo della culminazione di *α Aquilae*, ossia *α*	19	44	56	23
Intervallo sidereo fra il mezzodì medio e la culminazione della stella	7	9	55	72
Riduzione dell'intervallo sidereo ad intervallo medio .		— 1	2	43
Intervallo medio, ossia tempo medio della culminazione della stella	7	8	53	29
Errore corrispondente del cronometro		— 33	0	41
Tempo cronometrico della culminazione della stella . .	6	35	52	88

Ottenuto quest'ultimo tempo, formo il quadro numerico seguente:

INTERVALLO DI TEMPO fra la culminazione ed ogni osservazione		$\frac{1}{2}\,t$	$\frac{1}{2}\,t$	$\log \operatorname{sen} \frac{1}{2}\,t$	$\log \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2}\,t$
in tempo del cronometro	in tempo sidereo				
m. s.	m. s.	m. s.			
— 8 2.4	— 8 3 7	— 4 1 85	— 1° 0′ 27″ 7	8.245184_n	6.490368
— 3 8.4	— 3 8 9	— 1 34 45	— 0 23 36 7	7.836855_n	5.673710
+ 5 33.6	+ 5 34 3	+ 2 47 15	+ 0 41 47 2	8.084719	6.169438
+ 10 44.6	+ 10 46 3	+ 5 23 15	+ 1 20 47 2	8.371008	6.742016

In questo quadro la prima colonna non è che la differenza fra ciascun tempo di osservazione e 6h 35m 52s 9; la 2a colonna esprime la differenza stessa in tempo sidereo; essa rappresenta quindi l'angolo

orario t, e si ottiene dalla prima, pensando che un'ora di tempo medio è uguale a $1^h 9^s,8565$ di tempo sidereo, e che, accelerando il cronometro di 0^s 16 in ogni ora, un'ora del cronometro è per conseguenza uguale ad un'ora e 9^s 70 di tempo sidereo; la terza e la quarta colonna contengono i valori di $\frac{1}{2}$ t, espressi rispettivamente in tempo ed in arco; le altre due sono chiare per se stesse.

Si hanno così tutti gli elementi per il calcolo delle riduzioni al meridiano; applicando la formola (2), trovansi per x i seguenti valori:

2′	15″	4
0	20	6
1	4	6
4	1	8

valori che, sottratti rispettivamente dai precedenti valori di z_1, danno i seguenti valori di z, ossia della distanza zenitale meridiana, e coi medesimi il valore cercato della latitudine:

Valori di z	38°	57′	41″	9
	38	57	37	5
	38	57	34	8
	38	57	44	9
Media	38	57	39	8
Valore di δ	+ 8	33	16	3
Valore cercato di φ....	47	30	56	1

E così importante pel viaggiatore il problema della latitudine che spero non tornerà ozioso questo secondo esempio riguardante osservazioni solari.

Nel luogo *B*, di cui la longitudine orientale da Greenwich è $2^h 1^m 15^s$, furono con un teodolite fatte il 25 agosto 1879 le seguenti osservazioni del sole:

Circolo verticale	Contorno del sole	Tempi del cronometro	Letture del circolo	Barometro	Termometri C.
		h. m. s.			
A destra	Superiore	23 48 37	311° 8′ 31″ 9		
—	Inferiore	23 54 40	310 39 18 9	mm. 769.7	Annesso + 23° 4
A sinistra	Inferiore	0 7 31	49 19 46 3		Esterno + 23 8
—	Superiore	0 13 28	48 50 30 6		

Si sa che il luogo del zenit sul circolo è a 359° 59′ 24″,3; si sa inoltre che il cronometro usato, a mezzodì vero del luogo *B*, segnava $0^h\,1^m\,4^s,8$, e che un'ora di tempo vero solare equivale ad un'ora diminuita di $0^s,41$ del cronometro.

Ciò posto, si ricava dal *Nautical Almanac:*

Valore di δ a mezzodì vero di Greenwich (pag. 128)	+ 10°	48′	46″	2
Correzione per la differenza di longitudine	+	1	44	5
Valore di δ a mezzodì vero del luogo *B*	+ 10	50	30	7
Semidiametro del sole (pag. 129)		15	51	9
Parallasse orizzontale (pag. 1)			8	86
Valore di μ = differenza delle declinazioni in 48 ore (pag. 128)	—	41	23	3

Dal luogo del zenit sul circolo, dalle letture fatte, dal raggio solare dato dalle effemeridi si deducono le quantità seguenti:

Distanze zenitali lette	Raggio del sole	Distanze zenitali lette riferite al centro del sole
48° 50′ 52″ 4	+ 15′ 51″ 9	49° 6′ 44″ 3
49 20 5 4	— 15 51 9	49 4 13 5
49 20 22 0	— 15 51 9	49 4 30 1
48 51 6 3	+ 15 51 9	49 6 58 2

Coi numeri dell'ultima colonna, coi dati barometrici e termometrici si deduce il valore della rifrazione uguale a 63″ 7; coi numeri dell'ultima colonna, colla parallasse orizzontale, colla formola apposita data nel capitolo I della parte presente, si ottiene la parallasse di altezza uguale a 6″ 7; si aggiunge a ciascuno dei numeri dell'ultima colonna la differenza 57″,0 della rifrazione e della parallasse, e si ottengono i seguenti valori di z_1:

49° 7′ 41″ 3
49 5 10 5
49 5 27 1
49 7 55 2

Rimangono a calcolare le correzioni x. Assumo per φ il valore 59° 56′, somma di δ e del minimo valore di z; calcolo la formola

$$T_1 = T + \frac{\mu}{188,5} (\text{tang } \varphi - \text{tang } \delta)$$

$$= 0^h\, 1^m 4^s,8 - \frac{2483'',3}{188,5} \left\{ \text{tang } 59^\circ\, 56' - \text{tang } 10^\circ\, 50'\, 5 \right\}$$

$$= 0^h\, 1^m 4^s,8 - 20^s,23 = 0^h\, 0^m\, 44^s,6;$$

partendo da questo valore di T_1, formo il quadro seguente:

Differenze fra i tempi dell'osservazione e T_1	Loro riduzione a tempo vero	Differenze in tempo vero ossia angoli orari t
m. s.	s.	m. s.
— 12 7 6	+ 0 1	— 12 7 5
— 6 4 6	0 0	— 6 4 6
+ 6 46 4	0 0	+ 6 46 4
+ 12 43 4	— 0 1	+ 12 43 4

Ho così tutti gli elementi necessari al calcolo degli x; ottenuti i quali, procedo all'ultima parte del calcolo, abbastanza chiara per sè:

	Valori di x	Valori di z
	3′ 7″ 8	49° 4′ 33″ 5
	0 47 2	49 4 23 3
	0 58 6	49 4 28 5
	3 26 8	49 4 28 4
Media dei valori di z . .		49 4 28 4
Valore di δ		+ 10 50 30 7
Valore cercato di φ . . .		+ 59 54 59 1

Gli esempi dati riguardano tutti l'emisfero boreale della terra; nessuna difficoltà può incontrarsi nei calcoli relativi all'emisfero sud; nei medesimi in pratica nulla si muta, solo, essendo nell'emisfero sud, si dà il segno negativo alla declinazione boreale del sole, e si prende μ negativo quando il sole si allontana dal polo sud, positivo quando gli si avvicina.

Altri metodi esistono per la determinazione della latitudine, ma nessuno di essi può convenire al viaggiatore.

IV.

Determinazione della longitudine.

Determinato in un punto della terra il tempo con esattezza, basta conoscere il tempo contemporaneo di Greenwich o del meridiano fondamentale, per dedurre senz'altro la longitudine di quel punto.

Per determinare la longitudine il metodo più spiccio e in pratica più utile pel viaggiatore è quindi quello di *portarsi dietro il tempo di Greenwich*, ossia un cronometro regolato sul tempo di quel meridiano, e del quale bene si conosce l'andamento diurno. Già nella prima parte fu detto delle variazioni che, malgrado le maggiori cure, il trasporto di un cronometro arreca al suo andamento; volendo quindi aver sempre con sicurezza l'ora di Greenwich bisogna ricorrere a più cronometri, almeno a tre, di ciascuno dei quali sia noto l'andamento, e ciascuno dei quali colle proprie indicazioni confermi e controlli quello di tutti gli altri; bisogna inoltre di quando in quando saper fare osservazioni atte ad indurre nell'animo la persuasione che il tempo segnato dai cronometri è realmente quello di Greenwich, osservazioni cioè le quali diano, indipendentemente dall'ora trasportata coi cronometri, il valore della longitudine, valore che una volta noto permette evidentemente di giudicare se l'ora trasportata s'accorda o non con quella del meridiano fondamentale.

Gli *eclissi lunari* e *quelli dei satelliti di Giove*, fenomeni contemporanei per tutti i punti della terra pei quali essi sono visibili, offrono un modo semplice di determinare le longitudini. Le effemeridi astronomiche danno il momento delle varie fasi di questi eclissi in tempo del meridiano fondamentale: basta quindi osservare le fasi stesse con un cronometro che dia esatto il tempo locale per avere la longitudine; i risultati che si ottengono per questa via sono però molto incerti; i satelliti di Giove danno risultati meno incerti che la luna, ma vogliono essere osservati con un discreto cannocchiale.

Gli *eclissi del sole* e *le occultazioni delle stelle* offrono del pari modo di determinare le longitudini e danno insieme risultati assai precisi; degli uni e delle altre le effemeridi astronomiche danno gli elementi ed i momenti in tempo del meridiano fondamentale; le osservazioni fatte con un cronometro ben regolato sul tempo locale conducono naturalmente al valore della longitudine. Il passaggio però dagli elementi dati dall'effemeride agli elementi necessari per l'osservazione e pella conseguente deduzione della longitudine richiede un calcolo di qualche lunghezza, e quale il viaggiatore di rado può eseguire. Di

esso per conseguenza qui non parlo, e ciò tanto più perchè trattasi di fenomeni assai poco frequenti e di piccola risorsa pel viaggiatore. In un anno e per uno stesso luogo della terra il numero delle occultazioni è in media di 6 se si considerano le stelle delle prime quattro grandezze, in media di 20 se insieme si considerano anche le stelle di quinta grandezza; nell'un caso e nell'altro è una vera eccezione se il numero stesso supera il 9 e il 27.

Per la determinazione delle longitudini rimangono a considerarsi qui due metodi, quello delle *distanze lunari*, uno dei migliori che si possano applicare, e quello delle *altezze lunari.*

All'angolo fra le due visuali condotte dall'occhio dell'osservatore alla luna e ad un altro astro si dà il nome di distanza lunare apparente; all'angolo stesso ridotto al centro della terra, ossia corretto per la rifrazione e per la parallasse, si dà il nome di distanza lunare vera.

Le distanze lunari variano rapidamente; fra il sole e la luna variano di mezzo grado in un'ora; fra la luna ed una stella nel piano dell'orbita lunare variano di 13 gradi circa in un giorno; fra la luna ed un pianeta, esso pure nel piano dell'orbita lunare, variano di più o meno che 13 gradi in un giorno secondo i casi. Le effemeridi astronomiche danno per ogni giorno dell'anno e per un certo tempo del meridiano fondamentale il valore di alcune distanze lunari vere; basta per mezzo dell'osservazione arrivare a conoscere il valore che le distanze stesse prendono in un qualunque istante del tempo locale per aver modo di dedurre la longitudine.

La determinazione delle longitudini per mezzo di distanze lunari richiede tre operazioni distinte: 1° la misura delle distanze apparenti; 2° il calcolo delle distanze vere; 3° la deduzione del valore della longitudine.

Le distanze si misurano col sestante; meglio è osservare la luna e il sole; se ciò non è possibile si osserva in luogo del sole o una stella od un pianeta; nel primo caso si misura la distanza fra i contorni più prossimi del sole e della luna, alla quale si aggiunge poi, per avere la distanza apparente dei centri, la somma dei *raggi apparenti* (corretti cioè per la contrazione dovuta alla rifrazione atmosferica, ed inoltre nel caso della luna per la quantità dovuta alla distanza del luogo di stazione dal centro della terra, così come fu spiegato nel capitolo I) solare e lunare; nel secondo caso si misura la distanza fra la stella ed il contorno lunare, e le si aggiunge poi il *raggio apparente* della luna; nel terzo caso si misura la distanza fra il punto di mezzo della parte illuminata del pianeta e il contorno lunare, e le si aggiunge il solito raggio; in ogni caso è bene aver in mente che tutta l'operazione, una volta che sia precisamente noto il tempo, dipende dall'esattezza della misura,

e che l'errore di 1″ in questa ne produce uno di 2ˢ nella longitudine; conviene quindi osservare con uno strumento ben rettificato, o del quale si sono con cura determinati gli errori; conviene evitare la misura di distanze troppo grandi, e tralasciare affatto l'osservazione quando uno degli astri abbia sull'orizzonte un'altezza minore di 12°; conviene infine prima di cominciare la misura ed appena terminata la medesima osservare con scrupolo il barometro ed il termometro.

Misurata la distanza apparente, si deduce la vera nel modo che segue: si chiama rispettivamente

d^1 la distanza apparente osservata
d la distanza vera cercata
h^1 l'altezza apparente del centro della luna
h l'altezza vera del centro stesso
H^1 l'altezza apparente del centro del sole o dell'altro astro osservato
H la corrispondente altezza vera;

si pone

$$d^1 + h^1 + H^1 = 2\,p;$$

si calcola

$$\text{sen}\, M = \frac{1}{\cos\frac{1}{2}(h+H)} \sqrt{\frac{\cos h \cos H}{\cos h^1 \cos H^1} \cos p \cos (p - d^1)};$$

e si ha

$$\text{sen}\, \tfrac{1}{2}\, d = \cos \tfrac{1}{2}\,(h+H) \cos M.$$

Se vuol tenersi conto della forma elissoidica della terra, si aggiunge al valore di d così trovato il numero dato dalla espressione:

$$+\,22'',8 \,\text{sen}\, \varphi \left\{ \frac{\text{sen}\, D}{\text{sen}\, d} - \text{cotang}\, d \,\text{sen}\, \delta \right\},$$

nella quale φ è la latitudine geografica del luogo di osservazione, δ è la declinazione della luna, D quella del sole o dell'altro astro osservato.

Quando vi sono tre osservatori e tre strumenti si misurano contemporaneamente alla distanza le altezze apparenti h' ed H' dalle quali poi coi dati delle effemeridi, del barometro e del termometro si deducono le altezze vere h ed H; ma più generalmente le quantità h' h H' H si deducono per mezzo del calcolo. Conoscendo la latitudine del luogo di osservazione, il tempo dell'osservazione ed un valore approssimato della longitudine cercata si deducono dalle effemeridi astronomiche e pel tempo dell'osservazione i valori dell'ascensione retta,

della declinazione, della parallasse, del raggio apparente degli astri osservati; le differenze fra il tempo sidereo dell'osservazione e le ascensioni rette così dedotte danno gli angoli orari corrispondenti a ciascun astro; si hanno così gli elementi per calcolare le altezze vere h ed H, dalle quali, per mezzo della parallasse e della rifrazione, si risale in ultimo alle altezze apparenti h', H'.

Trovato il valore della distanza vera d, corrispondente al tempo locale t, si deduce dal *Nautical Almanac*, o da altra effemeride, per mezzo di interpolazione il tempo T di Greenwich, o del meridiano fondamentale dell'effemeride, al quale la distanza dei due astri fu uguale a d; la differenza fra il tempo T ed il t è la longitudine cercata.

Finalmente per *dedurre la longitudine dalle altezze lunari* si comincia dal trasformare per mezzo della rifrazione e della parallasse in altezze vere le altezze apparenti che in istanti ben noti di tempo locale la luna ha successivamente preso; con un valore approssimato della longitudine cercata si deducono dalle effemeridi i valori di α e di δ della luna corrispondenti ai diversi istanti di osservazione; la differenza fra questi ultimi istanti espressi in tempo sidereo ed il valore di α dà altrettanti angoli orari t che, posti nella formola $\operatorname{sen} h = \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$, permetteranno di calcolare altrettanti valori di h ossia altrettante altezze vere. Queste altezze coinciderebbero colle corrispondenti dedotte dall'osservazione se il valore assunto per la longitudine fosse il vero, ossia se i valori assunti per α e per δ corrispondessero esattamente ai tempi dell'osservazione.

Se si indica con h l'altezza vera dedotta dall'osservazione, con h_0 quella dedotta dalla formola, se si indica con Δl l'errore della longitudine assunta espresso in secondi di tempo, con $\Delta\alpha$ e $\Delta\delta$ le variazioni in secondi d'arco di α e di δ nell'intervallo di 10 minuti primi di tempo, con Δh la corrispondente variazione dell'altezza h, si determina prima Δh colle formole seguenti:

$$m \operatorname{sen} M = \cos \varphi \cos t$$
$$m \cos M = \operatorname{sen} \varphi$$
$$\cos h \operatorname{sen} p = \cos \varphi \operatorname{sen} t$$
$$\cos h \cos p = m \cos (\delta + M)$$
$$\Delta h = \Delta\delta \,.\, \cos p + \Delta\alpha \,.\, \cos \delta \operatorname{sen} p,$$

nelle quali p si assume negativo per angoli orari orientali, poi si determina Δl con quest'altra relazione:

$$\Delta l = \frac{h - h_0}{\Delta h} 600.$$

Le altezze lunari sono specialmente utili alla determinazione delle

longitudini sotto basse latitudini, poichè qui la direzione del movimento diurno poco si allontana dal circolo verticale; in generale le altezze stesse vogliono essere misurate in quell'angolo orario in cui il movimento proprio della luna ha la massima influenza sulle variazioni loro; ad alte latitudini boreali esse devono essere misurate ad est del meridiano se la declinazione della luna rapidamente cresce, ad ovest se essa rapidamente diminuisce, ossia se la luna si allontana dal polo nord; ad alte latitudini australi l'opposto ha precisamente luogo.

Altri metodi si hanno per la determinazione delle longitudini, i quali riposano sull'impiego dello strumento dei passaggi; i medesimi possono per conseguenza poco tornar utili ad un viaggiatore.

V.

Determinazione dell'azimut.

Azimut d'un astro. L'azimut A di un astro, ossia l'angolo al zenit fra il meridiano del luogo e il circolo verticale dell'astro, muta incessantemente; quando è noto con precisione il tempo locale, è noto del pari il valore che l'angolo orario t di un astro prende in ogni istante; il corrispondente valore dell'azimut trovasi per mezzo delle due relazioni:

$$\text{sen}\, z\ \text{sen}\, A = \cos\delta\ \text{sen}\, t$$
$$\text{sen}\, z \cos A = \text{sen}\,\varphi \cos\delta \cos t - \cos\varphi\ \text{sen}\,\delta\,;$$

si divide la prima per la seconda, e si ha la tangente trigonometrica di A in funzione di δ φ e t, quantità tutte note.

Azimut d'un oggetto terrestre. Col sestante si misura la distanza dell'oggetto da un astro; si riduce l'angolo misurato all'orizzonte; l'angolo ridotto è la differenza fra gli azimut dell'oggetto e dell'astro nell'istante dell'osservazione. Conoscendo il tempo locale si determina col calcolo l'azimut dell'astro e la distanza zenitale necessaria alla riduzione dell'angolo misurato all'orizzonte; oppure insieme alla distanza dell'oggetto dall'astro si misura la distanza zenitale di questo ripetendo più volte le misure ed alternando le misure di altezza e di distanza in modo che si possano poi ridurre tutte al medesimo istante di tempo. Bisogna scegliere in ogni caso un astro di cui l'altezza sia piuttosto piccola.

Col teodolite basta cercare qual sia la lettura del circolo orizzontale quando l'asse ottico del cannocchiale è diretto esattamente al punto sud dell'orizzonte; questa lettura sottratta dalla lettura corrispondente

ad una qualunque direzione determinata da un dato oggetto darà l'azimut di quest'ultimo.

Se il tempo locale è esattamente noto si ottiene la lettura del circolo orizzontale corrispondente al punto sud dell'orizzonte nel modo che segue: si punta il cannocchiale ad un astro piuttosto basso e si nota contemporaneamente all'istante dell'osservazione la lettura del circolo; si calcola l'azimut dell'astro e lo si sottrae dalla notata lettura del circolo; appena occorre avvertire che qui e nell'alinea precedente si suppone implicitamente che la divisione del circolo orizzontale proceda da sud verso ovest, verso nord, verso est nella stessa direzione in cui si contano gli azimut.

Se il tempo locale è meno esattamente noto allora convien meglio osservare invece che un astro qualunque, una stella vicina al polo, oppure una stella che culmini fra il zenit e il polo, quest'ultima però nel momento della sua massima digressione. Si ottiene un risultato ancora più preciso osservando nel modo che segue: si sceglie una stella che trovisi ancora nella sua massima digressione; la si punta avendo ad esempio il circolo verticale a destra; si nota il tempo dell'osservazione e si legge insieme il circolo orizzontale e il verticale; si ripete rapidamente l'osservazione portando il circolo verticale a sinistra; si ottiene così un valore della distanza zenitale z ed una lettura del circolo orizzontale che si può ritenere corrispondente all'istante medio fra i tempi delle due osservazioni; col valore di z osservato si calcola l'azimut, lo si sottrae dalla lettura del circolo orizzontale e si ha il punto sud sul circolo. Appena aggiungo che in questa operazione il teodolite deve essere esattamente rettificato; se v'è un errore di collimazione, la sua influenza, osservando nelle due posizioni dello strumento, può ritenersi nulla; se l'asse di rotazione del cannocchiale è inclinato d'una quantità $\pm i$ bisogna all'azimut calcolato apportare una correzione $\pm i \cot z$, alla quale si dà il segno $+$ quando l'estremo dell'asse di rotazione, il cui azimut è 90 gradi più grande dell'osservato, è più alto dell'estremo opposto.

VI.

Determinazione del tempo e della latitudine quando amendue sono ad un tempo ignoti.

Nei capitoli precedenti quando si è voluto determinare il tempo si suppose nota la longitudine e la latitudine della stazione, e viceversa quando s'è voluto determinare la latitudine si posero fra i dati la lon-

gitudine e il tempo locale. Questo non è il caso pratico. Nel fatto al viaggiatore sono in generale ignoti e il tempo e la longitudine e la latitudine.

Alla ricerca contemporanea di questi elementi si hanno metodi diversi, ma dal punto di vista pratico sono consigliabili al viaggiatore i metodi indiretti soltanto, quelli cioè che risolvono il problema per approssimazioni successive.

In pratica e nello stato attuale delle nostre cognizioni geografiche si può sempre ritenere noto il luogo di un punto, per la massima parte della superficie terrestre, coll'approssimazione di 15 primi circa in latitudine e con quella di un grado in longitudine; si hanno quindi sempre valori approssimati della latitudine e della longitudine, e si ignora affatto il tempo locale, ossia lo *stato assoluto* del cronometro.

In tale condizione di cose si procede così: si punta il cannocchiale alla stella polare, si gira di 90 gradi il circolo dell'alidada, con che si porta lo strumento molto prossimamente nel primo verticale, si sceglie una stella splendida, e ad essa ad occhio si punta il cannocchiale; se una tal stella non esiste nel primo verticale si sposta lo strumento fino a trovarne una, avvertendo però che la deviazione dello strumento dal primo verticale non oltrepassi i 20 gradi; si misura la distanza zenitale della stella, si nota il corrispondente tempo del cronometro e le corrispondenti altezze del barometro e del termometro; col luogo noto del zenit sul circolo si deduce il valore della distanza zenitale apparente della stella osservata; vi si aggiunge la rifrazione e si ottiene la distanza zenitale vera; si combina questa primieramente col valore assunto φ_1 della latitudine poi col valore $\varphi_1 + 10'$ e si calcolano i due angoli orari corrispondenti in tempo; la differenza di questi due angoli orari mostra esattamente di quanto cambia lo stato assoluto del cronometro quando φ_1 cresce di 10 minuti primi d'arco; l'angolo orario determinato colla distanza zenitale osservata e con φ_1 dà una prima determinazione del tempo approssimata, ossia un primo valore dello stato assoluto del cronometro; si osservano alcune distanze zenitali della polare; queste, unite al tempo già prossimamente conosciuto, danno un valore φ_2 della latitudine già assai più prossimo al vero di φ_1; con φ_2 si ottiene per mezzo di semplice interpolazione un valore assai più preciso del tempo, ossia dello stato assoluto del cronometro; con questo nuovo valore del tempo si deduce dalle distanze osservate per la polare un valore φ_3 sempre abbastanza preciso della latitudine; con φ_3 poi un ultimo e preciso valore dello stato del cronometro per mezzo d'una semplice interpolazione; conosciuto φ_3, conosciuto il tempo bisogna riferirsi per determinare la longitudine a quanto fu detto nel capitolo quarto precedente.

Invece che una stella nelle vicinanze del primo verticale e la polare in un angolo orario qualunque, si può osservare una stella ancora nel primo verticale ed un'altra prossimamente nel meridiano; invece che stelle, in pratica si preferisce osservare il sole; lo si osserva al mattino, quando esso passa pel primo verticale, verso mezzodì, quando esso passa pel meridiano, e si hanno tutti gli elementi pel calcolo della latitudine e del tempo locale, dal quale poi, con uno dei metodi del precedente capitolo quarto, si passa alla longitudine.

In generale, se si sono osservate le due altezze diverse h ed h_1 dello stesso astro corrispondenti ai due angoli orari t e t_1, si può dedurre φ ed il tempo per mezzo di indirette e successive soluzioni delle due equazioni:

$$\operatorname{sen}\frac{1}{2}(t_1+t)=\frac{\cos z_1-\cos z}{2\cos\varphi\cos\delta\operatorname{sen}\frac{1}{2}(t_1-t)}$$

$$\cos(\varphi-\delta)=\cos z-2\operatorname{sen}^2\frac{1}{2}t\cos\varphi\cos\delta$$

nel secondo membro delle quali si assume in principio per φ un valore approssimato della latitudine, per t_1-t il valore dato dal cronometro e dal suo andamento; se l'astro osservato ha un movimento proprio in declinazione si corregge t e t_1 colla formola (1) del paragrafo II precedente; in generale conviene che dei due valori h ed h_1 l'uno corrisponda all'astro nel primo verticale, l'altro all'astro nel meridiano; trattandosi del sole, Littrow ha praticamente dimostrato che per latitudini minori di 50 gradi, invece di combinare le altezze del sole misurate nel primo verticale e nel meridiano, ciò che richiede due osservazioni fatte a qualche ora d'intervallo, si può combinare l'altezza meridiana del sole con due altezze circummeridiane del medesimo, ciò che permette di fare in poco più di mezz'ora tutte le osservazioni necessarie; colle due altezze circummeridiane prese da 15 a 30 minuti d'intervallo si ottiene, nei limiti appena indicati di latitudine, un valore abbastanza preciso del tempo per mezzo della prima delle due formole or ora trascritte; coll'altezza meridiana si ottiene la latitudine.

VII.

Determinazioni d'interesse puramente astronomico.

Le osservazioni che interessano specialmente l'astronomia, e che ad un tempo sono accessibili agli strumenti che può avere fra mano un viaggiatore, si riducono a poche, ma vogliono tutte essere fatte con uno spirito estremo, scrupoloso perfino, di precisione.

In queste osservazioni i satelliti di Giove tengono, a mio credere, il primo posto. I loro movimenti si calcolano ora per mezzo delle tavole di Damoiseau, le quali si approssimano ancora troppo poco al vero, perchè di esse possa rimanere paga la precisione dell'astronomia moderna. Pure il calcolare fin d'ora nuove tavole delle lune di Giove sarebbe opera sprecata, poichè a tale scopo è ancora insufficiente il numero dei fatti osservati. Dopo la pubblicazione delle tavole di Damoiseau (1836) molte osservazioni si fecero sui satelliti di Giove, ma esse pel numero loro non bastano ancora ad eliminare i forti errori probabili di osservazione, e a correggere con successo gli elementi delle orbite posti da Damoiseau a base dei propri calcoli, tanto più che la maggior parte delle medesime si riferisce al primo ed al secondo satellite, mentre assai minore è il numero di quelle che riguardano il terzo satellite, e piccolissimo poi è il numero delle riferentisi al quarto.

Gli eclissi dei satelliti di Giove possono essere osservati con un cannocchiale mediocre montato stabilmente sopra un trepiede. Con questo semplice mezzo può sempre vedersi il passaggio loro, sia dietro, che sopra il corpo del pianeta, e può sempre osservarsi con precisione l'istante in cui il punto di mezzo di un satellite tocca il lembo del pianeta. Quando un viaggiatore trovisi fermo in un luogo del quale è ben nota la longitudine e la latitudine, o del quale egli stesso abbia determinate le coordinate geografiche, farebbe opera utilissima a rivolgere la sua attenzione a questi fenomeni, e poichè nell'osservazione dei medesimi bisogna conoscere con molta precisione il tempo, importa, nel pubblicare poi le osservazioni fatte, aggiungere il metodo con cui il tempo stesso fu determinato, e mostrare entro quali limiti di precisione il medesimo sia stato conosciuto.

Dopo gli eclissi dei satelliti di Giove, quelli del sole possono per la loro importanza richiamare l'attenzione dei viaggiatori. In circostanze analoghe alle precedenti, un viaggiatore farebbe male a lasciarsi sfuggire l'opportunità di osservare un eclissi del sole. Le osservazioni vogliono essere fatte col più grande cannocchiale posseduto; se l'eclissi è parziale raramente è possibile osservare con precisione il principio, in generale benissimo se ne osserva il finire; se l'eclissi è totale od anulare può in generale essere colpito con molta precisione l'istante e del principio e della fine dell'anularità o della totalità.

Nell'osservare un eclissi pongasi mente alle più minute peculiarità fisiche del fenomeno; si noti ogni distorsione che appaia sul lembo del sole o della luna, ogni luce diffusa che circondi quest'ultima; si noti ancora diligentemente lo stato del cielo e dell'atmosfera. Se trattasi di un eclissi totale, si studi con attenzione la corona luminosa che circonda la luna, si noti la sua larghezza apparente, e verso il momento

della totalità si cerchi di stabilire se essa apparentemente è concentrica al sole od alla luna; si badi infine alle protuberanze, se ne determini con precisione il luogo sul lembo del sole, e possibilmente se ne disegni il contorno. Ben è vero che queste ultime ricerche meglio si fanno con uno spettroscopio, ma questo richiede apparati che mai sono fra mano ad un viaggiatore, e poi è strumento che suppone non piccola pratica di osservazione.

Nel pubblicare le osservazioni fatte si aggiunga alle coordinate geografiche della stazione anche qui il metodo con cui fu determinato il tempo, e più che a fare considerazioni astratte e generali sulla natura del fenomeno si badi a fare una descrizione fedele e particolareggiata di quelle cose che si sono vedute, e delle quali si ha una cognizione certa. Se poi durante il progredire dell'eclissi, e specialmente verso il suo cominciare e finire si sono misurate le distanze fra i punti estremi nei quali il lembo della luna taglia il lembo solare, osservazione utilissima, si aggiunga al tempo della misura, l'errore dell'indice del sestante adoperato, e questo errore si determini o poco prima o poco dopo le osservazioni stesse.

Finalmente fra le osservazioni di un interesse specialmente astronomico stanno quelle di comete, soprattutto quando un viaggiatore trovisi ad alte latitudini settentrionali o meridionali. Le comete nel loro errare pel cielo raggiungono soventi luoghi nei quali sono invisibili alla più gran parte degli osservatorii; in tali casi osservazioni che ne determinino la posizione diventano preziosissime.

Sono osservazioni che con un sestante si possono sempre fare; bisogna misurare con esso la distanza della cometa da tre stelle fra le più splendenti, e poste rispetto alla cometa in direzioni diverse; bisogna ancora determinare, poco prima o poco dopo l'osservazione, con grande cura l'errore dell'indice del sestante, descrivere il punto occupato dalla cometa nel momento dell'osservazione, e indicare le stelle di paragone coi loro nomi desunti da una carta celeste piuttosto che con descrizioni producenti il più delle volte confusione. Se il viaggiatore si trovi sopra una nave, sulla quale il tempo e la latitudine sono precisamente conosciuti, non vi sono altre osservazioni a fare; basta in tal caso che egli indichi le osservazioni colle quali fu determinato il tempo, che egli precisi l'ultima osservazione da cui fu dedotta la latitudine, e vi aggiunga la direzione e la velocità del movimento della nave; se il tempo e la latitudine non sono ben noti l'osservatore cerchi di determinare l'altezza sull'orizzonte delle tre stelle e della cometa, e tanta maggior cura vi ponga quanto più basse e questa e quelle sono; se l'osservatore si trovi a terra può servirsi dello stesso metodo di osservazione, oppure ben conoscendo il tempo locale e le coordinate geografiche della

propria stazione può con un teodolite determinare direttamente e l'altezza e l'azimut della cometa; in ogni caso egli, piuttosto che le osservazioni ridotte, pubblichi le osservazioni in tutti i loro dettagli, così come esse sono consegnate nel suo libro di osservazione; sotto questa forma le osservazioni stesse riescono sempre più utili, perchè l'astronomo può farsi un concetto del loro grado di precisione e del peso a darsi loro nei calcoli.

In tutto quello che precede io mi attenni ai metodi ed agli istrumenti generalmente usati; non ho creduto nell'indole della presente pubblicazione l'entrare nel campo nuovamente aperto alle determinazioni geografiche dai lavori di Sumner, e nemmeno il parlare dello strumento *clepsciclo* o semplicemente *cleps* inventato dal professore Porro, strumento che per i particolari della sua costruzione può tornare utilissimo al viaggiatore, e tenere con vantaggio il posto, se non del teodolite, certo del sestante. Il lettore vago di addentrarsi nei lavori di Sumner, e di conoscere il *cleps* coi metodi di osservazione che gli son propri, cerchi i libri qui sotto indicati (1).

(1) TH. H. SUMNER, *A new and accurate method of finding a ship's position at sea by projection Mercators's chart* — Boston 1843.

YVON VILLARCEAU, ARÉD DE MAGNAC, *Nouvelle navigation astronomique* — Paris, Gauthier-Villars, 1877.

P. PORRO, *Manuale pratico di geodesia moderna* e *Applicazioni della celerimensura.*

SALMOJRAGHI, *Istrumenti di celerimensura.*

METEOROLOGIA

PER

G. GRASSI.

PARTE PRIMA.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

Lo scopo ultimo della meteorologia è la predizione del tempo. I meteorologisti si dividono però in due classi distinte. Taluni si danno a ricercare le cause fisiche delle perturbazioni atmosferiche; vogliono sapere anzitutto il perchè di codesti fenomeni; vogliono scoprire, ad esempio, come succede che in un dato punto della terra si formi, un bel giorno, una depressione barometrica; come quella massa d'aria animata da un movimento vorticoso si trasporti poi da un punto all'altro della superficie terrestre, seguendo una traiettoria determinata; come avvenga che il calore, le pioggie, le tempeste si distribuiscano in un certo modo nelle varie parti del ciclone.

Il meteorologista pratico invece si limita a registrare il risultato delle osservazioni, a verificare il fatto; coordina i dati successivi e ne deduce una regola empirica per predire il cammino della tempesta e le diverse vicende che si riscontrano lungo il suo tragitto.

Non manca ai cultori della meteorologia lo spirito di critica per rimproverarsi reciprocamente da una parte l'empirismo e le deduzioni troppo precipitose, dall'altra la vacuità delle speculazioni teoriche e della scienza pura. La conclusione è un lavoro fervido, incessante; le osservazioni si vanno moltiplicando; nuove stazioni s'istituiscono in paesi lontani ed inesplorati; nuove spedizioni scientifiche si intraprendono verso le regioni circumpolari. Perciò è lecito sperare che ci potremo avvicinar sempre più alla soluzione dell'arduo problema. Se la soluzione completa è molto lontana, vi si arriverà mediante il concorso

di tutte le forze di cui dispongono le varie nazioni. La necessità evidente di coordinare le osservazioni secondo un metodo uniforme spinse i meteorologisti a convenire in Congressi internazionali per accordarsi scambievolmente e dare agli studi individuali un indirizzo comune.

All'atmosfera non si può comandare di restringere le sue perturbazioni entro i limiti di un confine politico. Il calore solare solleva gli strati atmosferici nella zona torrida: le depressioni barometriche prodotte da condizioni eccezionali di calore e d'umidità nelle regioni dell'America settentrionale danno origine a cicloni che si propagano sull'Atlantico e si dirigono verso l'Europa; il loro moto di traslazione risente l'influsso dell'ambiente in cui il ciclone si avanza. In molti punti della terra esistono e si producono spesso quelle condizioni atmosferiche dalle quali hanno origine i centri delle grandi tempeste; e la circolazione dell'aria vien modificata sopra un'ampia estensione sia dalla presenza di un centro di basse pressioni barometriche, sia dalla prossimità di una zona in cui regnano pressioni alte in modo eccezionale. Il clima dei paesi circostanti offre perciò un carattere quasi permanente che discorda da quello di altre regioni situate alla medesima latitudine. Così accade che il clima delle coste settentrionali d'Europa risente in modo assai evidente l'influsso dei centri di depressione che specialmente in certe stagioni, dominano sui mari del nord.

Ma la meteorologia si trova ora in uno stadio che si può chiamare di formazione. Per quanto possa sembrare ad alcuno che la dottrina dei grandi movimenti dell'atmosfera costituisca già una scienza ed una conquista di cui l'uomo può certamente andare orgoglioso, questa dottrina è però lontana dall'essere perfetta; e in ogni modo non comprende che una piccola parte della scienza meteorologica.

Ad innalzare l'edifizio sopra una base solida e sicura le osservazioni continue delle nostre stazioni ordinarie non bastano. Bisogna che l'osservatore distenda lo sguardo scrutando su tutta la superficie della terra; bisogna che gli esploratori del mondo ancora ignoto ci sappiano dire al loro ritorno qual è il vento che vi spira, quale lo stato ordinario del cielo, quanta la pioggia e quali le vicende straordinarie del clima; bisogna che le osservazioni raccolte nei viaggi di mare e durante le lunghe dimore in lontane regioni siano collegate e coordinate con quelli d'altri paesi; bisogna infine che sia possibile allo studioso rappresentarsi davanti agli occhi tutta l'atmosfera terrestre, analizzarne i particolari, e vederne la connessione nel medesimo tempo.

Mentre lo scienziato riuscirà a scoprire così le leggi che governano cotesto elemento mobilissimo dell'atmosfera, sarà facile al meteorologista pratico dettare le norme per la previsione del tempo a servizio della navigazione, dell'agricoltura e dell'igiene. Il problema è arduo

assai, ma i progressi fatti in breve tempo dalla meteorologia marittima incoraggiano a proseguire.

A questa impresa tutti possono concorrere e difficoltà grandi non si presentano. Solo la pazienza, l'assiduità, l'esattezza e lo spirito di osservazione sono doti essenziali per poter raccogliere un buon materiale. E noi non staremo certo a dimostrare che il materiale d'osservazione dev'esser buono.

Il viaggiatore che intende raccogliere osservazioni meteorologiche deve anzitutto rendersi famigliare coll'uso di quei pochi strumenti che sono necessari a tale scopo. A seconda delle circostanze egli potrà dare a tali studi importanza maggiore o minore, e seguire anche norme differenti.

In generale chi passa di paese in paese senza far lunghe soste, difficilmente può istituire osservazioni utili per la meteorologia.

Perciò le regole, che andrò esponendo, servono in gran parte solo per chi voglia dimorare lungamente in un medesimo luogo.

In tal caso il viaggiatore può stabilire una vera stazione meteorologica, e le osservazioni eseguite con istrumenti normali e ad ore fisse riescono sicuramente di molta utilità; specialmente se il luogo scelto trovasi in condizioni climatologiche non ancora bene studiate, e se le osservazioni son fatte in modo, che si possano facilmente riannodare e confrontare con quelle degli altri paesi. Perciò conviene che gli strumenti adoperati siano costrutti secondo i modelli adottati nelle stazioni ordinarie e che le norme riguardanti la esposizione degli strumenti e il modo di eseguire le osservazioni vengano seguite con regolarità.

Di questo ci occupiamo per ora. Tratteremo più avanti di quelle osservazioni che utilmente si possono raccogliere in luoghi di passaggio, nei viaggi sia di terra che di mare.

PARTE SECONDA.

ISTRUMENTI.

I.

Barometri (1).

Barometro a mercurio. — Parecchie sono le forme di barometri portatili; quello a sifone di Gay-Lussac, modificato da Greiner, Bunten, Wild ed altri; quello a vaschetta con fondo mobile, di Fortin; quelli a vaschetta fissa; gli aneroidi, ecc.

Nel barometro a sifone la scala è mobile; lo zero della scala corrisponde al lembo inferiore di un anello che abbraccia il ramo aperto del barometro. Stando lo strumento sospeso verticalmente, bisogna anzitutto percuotere leggermente il tubo, affinchè la superficie del mercurio assuma la sua curvatura normale. Fatto ciò, convien leggere addirittura il termometro, che è sempre annesso al barometro. Si muove quindi la vite che serve a spostare la scala, finchè il bordo inferiore dell'anello si riduca tangente al colmo della superficie del mercurio nel ramo aperto. Bisogna, nel far ciò, aver cura di tenersi coll'occhio allo stesso livello del menisco, spingere l'anello in su e poi abbassarlo lentamente finchè si osserva il contatto ottico, senza mai far retrocedere la vite. Giova porre dietro il tubo barometrico un pezzo di carta bianca

(1) Barometri Fortin si possono avere dalle seguenti officine:
Firenze — Officina Galileo, Viale Militare;
Milano — Tecnomasio, Via della Pace, n° 10;
Parigi — Deleuil, Rue des Fourneaux, 42, XV arrondissement;
Londra — Casella, Maker to the Admiralty, 147, Holbornbars, E. C.;
Id. — Negretti e Zambra, 45, Cornhill;
Berlino — Aktien Gesellschaft zur Fabrication meteorologischer Instrumente, ecc, Markgrafenstrasse, 87;
Vienna — Kapeller, Wieden, Hauptstrasse, 2.

Il Turettini di Ginevra costruisce un barometro particolare a sifone secondo i suggerimenti del Wild.

Per il barometro Adie converrà dirigersi all'Osservatorio di Kew, oppure al *Meteorological office* di Londra, Victoria Street, 116.

Barometri aneroidi si possono acquistare in molti negozi.

Per gli aneroidi a vite micrometrica di Goldschmid, Weilenmann, ecc., dirigersi a Hottinger und C., Zürich, Neustadt, 34.

ben illuminata, sulla quale si vede proiettarsi la colonna di mercurio, cosicchè riesce più facile la lettura. La medesima operazione si ripete per determinare la posizione del mercurio nella parte superiore del tubo barometrico. Fatta la lettura sulla scala, munita del nonio, si nota nel registro la temperatura coll'altezza barometrica letta direttamente. Per la temperatura si scrivono i decimi di grado, e per le altezze barometriche i ventesimi di millimetro; salvo poi attenersi ai soli decimi quando sien fatte le correzioni ed altri calcoli relativi.

Vi sono barometri a sifone colla scala fissa; in questi bisogna far due letture. Vi è il nonio anche sul ramo corto; ma è più facile commettere errori.

La lettura di un barometro Fortin si fa in modo affatto analogo. Data una piccola scossa al tubo barometrico, si legge il termometro, poi, smuovendo la vite, si abbassa il fondo del pozzetto in modo che la punta d'avorio non tocchi il mercurio. Si gira quindi la vite spingendo in su il mercurio, finchè la punta d'avorio giunge a toccare la sua imagine riflessa dal mercurio stesso. Si passa poi alla camera barometrica, dove si fa la lettura come col barometro a sifone.

Il barometro Adie, usato nella marina inglese, ha il fondo della vaschetta fisso, ed è tutto chiuso; perciò non si fa che la lettura nella camera barometrica. La scala è già corretta in modo da tener conto dello spostamento dello zero.

Queste norme sono indispensabili per eseguire il confronto del barometro con uno strumento normale prima della partenza. Le osservazioni di confronto devono essere almeno otto o dieci. Prima di cominciare le letture, i due strumenti da paragonarsi devono stare qualche ora in un medesimo ambiente, affinchè assumano una temperatura uniforme in tutte le loro parti. Se per avventura, durante il confronto, si osservassero forti perturbazioni nella pressione atmosferica, converrà ripetere le osservazioni, oppure adottare un metodo per eliminare gli errori. Può servire perciò un buon aneroide, grande modello, mantenuto a temperatura quasi costante. Siccome l'aneroide si legge prontamente, è facile accertarsi se e quando avvengono le subitanee variazioni, e agevolmente se ne può tener conto.

I barometri a mercurio si portano in viaggio capovolti. Fatta l'osservazione, s'inclina lentamente il barometro finchè un leggero urto avverte che il mercurio tocca l'estremo del tubo, riempiendo la camera barometrica. Nel barometro Fortin si spinge quindi la vite del fondo, in modo che il mercurio riempia tutta la vaschetta; si capovolge poi lo strumento e si mette nel suo astuccio. Il barometro a sifone invece si capovolge a dirittura con precauzione, e v' è poi in alcuni un tappo, in

altri una chiave, che servono a chiudere il ramo corto del sifone. Il barometro Adie si capovolge senz'altra operazione preliminare.

Durante il trasporto si eviteranno possibilmente le scosse. Nel dubbio che sia penetrata dell'aria, si dispone il barometro come per l'osservazione, poi s'inclina leggermente in modo che il mercurio vada a battere sul fondo del tubo. Se il colpo è secco e metallico vuol dire che non v'è aria nell'interno.

Altri barometri più semplici, come il barometro ipsometrico dell'Uzielli, se sono raccomandabili per l'altimetria, non lo sono per uso meteorologico.

Barometri aneroidi. — Lo stesso dicasi dei barometri aneroidi. In generale l'aneroide in seguito al trasporto subisce delle alterazioni, specialmente se nel viaggio fu portato a differenti altezze sopra il livello del mare. Alcuni aneroidi ritornano in poco tempo al loro stato normale, ma spesse volte l'alterazione si mantiene per molti giorni. Lo strumento allora va a poco a poco avvicinandosi ad una nuova posizione d'equilibrio, la quale vien raggiunta in un tempo assai variabile: sovente occorrono dei mesi. Durante questo intervallo l'aneroide è affatto inservibile. Nelle osservazioni meteorologiche occorre notare con sicurezza piccole variazioni di pressione che non sorpassano la frazione di millimetro. Le alterazioni di un aneroide sono sempre superiori a questa misura.

Alcuni osservatori s'incontrarono talvolta in aneroidi abbastanza buoni da fornire ottimi risultati anche durante il trasporto. In questi ultimi tempi furono studiati con cura alcuni aneroidi della fabbrica Goldschmid di Zurigo; le alterazioni furono piccole e trascurabili per le applicazioni all'altimetria. Ma altri strumenti della medesima fabbrica diedero risultati meno soddisfacenti: nè si può stabilire una regola generale; così che convien per ora escludere l'uso di tali strumenti come *barometri per osservazioni meteorologiche nei viaggi.*

Correzioni. — Il confronto del barometro a mercurio col barometro normale serve a dare la correzione dipendente dalle imperfezioni dello strumento, errori nella graduazione della scala, presenza di gas nella camera barometrica, impurità del mercurio che ne alterano la densità. A questa correzione se ne devono aggiungere altre dipendenti dalla temperatura, dalla capillarità e dalla gravità.

Le prime furono già esposte con sufficienti particolari dal signor Uzielli nell'articolo « Geografia e Topografia » (Vedasi questa parte, colle relative tavole). Aggiungeremo qui alcune parole intorno all'influenza della gravità.

La forza di gravità varia sulla superficie terrestre colla latitudine e l'altitudine. Perciò ad equilibrare una data pressione occorre una

colonna di mercurio di altezza variabile a seconda dei luoghi; e sarà evidentemente la colonna più alta laddove la forza di gravità è minore. Una medesima altezza barometrica osservata all'equatore ed ai poli corrisponde a pressioni reali ben differenti. Per rendere paragonabili fra loro le osservazioni fatte a latitudini diverse, si usa ridurre le altezze barometriche a quelle che si sarebbero osservate se la gravità avesse dappertutto il valore che ha a 45° di latitudine ed al livello del mare.

La correzione complessiva si calcola colla formula seguente:

$$\Delta B = -0{,}0026\, B_0 \cos.^2 \lambda - 0{,}00000031\, B_0\, a,$$

dove B_0 è l'altezza barometrica ridotta a 0°, λ è la latitudine del luogo ed a l'altezza sul livello del mare.

La prima parte della correzione, dipendente dalla latitudine, si trova nella seguente tabella. Per latitudini egualmente discoste da 45° la correzione è eguale; ma il segno è negativo per le latitudini minori di 45° e positivo per quelle maggiori.

Riduzione delle altezze barometriche alla latitudine di 45°.

B_0	0° 90°	10° 80°	20° 70°	25° 65°	30° 60°	35° 55°	40° 50°	45° 45°	B_0
800	2.08	1.95	1.60	1.34	1.04	0.71	0.36	0.00	800
700	1.82	1.71	1.40	1.17	0.91	0.62	0.31	0.00	700
600	1.56	1.46	1.20	1.00	0.78	0.53	0.27	0.00	600
500	1.30	1.22	1.00	0.83	0.65	0.44	0.22	0.00	500
400	1.04	0.98	0.80	0.67	0.52	0.36	0.18	0.00	400
300	0.78	0.73	0.60	0.50	0.39	0.27	0.13	0.00	300

Esempio. — Siasi osservato il barometro in un luogo a latitudine 20° e altitudine 2500 metri. Fatte le correzioni di temperatura e capillarità, si abbia l'altezza barometrica 560.

La tabella precedente dà per latitudine 20° e pressione 560, la correzione 1,12 da prendersi col segno negativo. La correzione dovuta all'altitudine è

$$-0{,}00000031 \times 560 \times 2500 = -0{,}43.$$

Perciò la pressione corretta è

$$560 - 1{,}12 - 0{,}43 = 558{,}45$$

e questa è l'altezza della colonna barometrica che si troverebbe, se nel luogo d'osservazione la forza di gravità avesse lo stesso valore ch'essa ha al livello del mare ed a latitudine di 45°.

II.

Termometri (1).

Per le osservazioni della temperatura dell'aria conviene avere termometri a mercurio con serbatoio cilindrico e graduati a quinti di grado.

Il mezzo più spedito per verificare il termometro si è di confrontarlo col termometro campione di qualche osservatorio. Si dispongono due termometri in un vaso contenente dell'acqua, per esempio a 50°, in modo che i due serbatoi si trovino alla stessa altezza. Con un agitatore si rende uniforme la temperatura, poi si leggono i due termometri successivamente ad uguali intervalli di tempo.

Siano le letture fatte, per esempio, a 5 secondi di intervallo,

	Al termometro campione	All'altro termometro
	50° 15	»
	»	50° 48
	50° 03	»
	»	50° 36
	49° 90	»
Medio	50° 03	50° 42

Fatte le due medie, la differenza — 0,39 dà la correzione da farsi al nuovo termometro quando esso segna 40° 52. Si ripetono le osservazioni allo stesso modo per le temperature 45°, 40°, 35°, ecc. Per le temperature basse conviene adoperare miscele frigorifere. Serve bene la neve mescolata al sale comune in varie proporzioni; si raggiunge una temperatura di — 21° mescolando una parte di sale con tre di neve. Un forte raffreddamento si ottiene pure mescolando del fosfato di soda con una metà circa del suo peso di acido nitrico diluito. I termometri

(1) Tutte le officine citate all'articolo precedente possono fornire termometri e termografi per uso meteorologico. Aggiungasi pei termometri di precisione: Baudin a Parigi, Fuess a Berlino; e per i termometri a massima e minima: Alvergniat a Parigi.

non si devono immergere però nel miscuglio frigorifero solido, poichè la temperatura difficilmente vi è uniforme; bisogna invece tenerli entro un liquido raffreddato, per esempio, entro l'alcole. Con ghiaccio ed alcole si ottiene addirittura un liquido a bassa temperatura.

Quando il termometro sia ben paragonato col campione si costruisce una tabella di correzione, oppure una curva che serve per rettificare le osservazioni fatte.

Bisogna ricordare tuttavia che tutti i termometri, specialmente se di recente costruiti, soffrono col tempo un'alterazione, che consiste in uno spostamento della scala. Perciò sarà bene sottoporre lo strumento a frequenti verifiche. Basta a tal uopo verificare la posizione dello zero. In un vaso abbastanza profondo perchè il termometro vi si immerga almeno fino al punto 0°, si dispone uno strato di neve; poi si colloca il termometro verticalmente in mezzo al vaso e si circonda tutto con altra neve fino allo zero della scala. Il vaso deve essere forato nel fondo (può servire un imbuto); la neve ben pulita, spoglia affatto di materia estranea o di sali disciolti, si comprime tutt'intorno al termometro. Conviene che la temperatura dell'ambiente sia di parecchi gradi superiore a 0°, affinchè la neve si mantenga in fusione. Dopo qualche tempo la colonnina di mercurio rimane stazionaria e si legge il termometro.

Di tutte queste osservazioni di rettifica d'uno strumento è utile tenere una nota dettagliata, indicando anche il giorno e l'ora dell'osservazione.

In alcuni paesi sarà difficile procurarsi ghiaccio e neve. In tal caso converrà che il termometro si estenda fino a 100°, potendosi allora verificare la temperatura di ebollizione dell'acqua. Questa verifica tuttavia non riesce esatta se non si ha un apparecchio adatto.

Un vaso cilindrico, abbastanza alto perchè il termometro vi stia tutto immerso, è munito di doppia parete e d'un coperchio con foro nel centro. Si mette un po' d'acqua nel vaso; con un tappo forato si adatta il termometro al coperchio, cosicchè sia tutto nell'asse del vaso stesso, col serbatoio discosto appena di un centimetro dalla superficie dell'acqua e il punto 100° appena sporgente dal coperchio. La parete esterna del vaso è munita d'un foro. Si fa bollire l'acqua e si mantiene la ebollizione in modo che il vapore esca dal foro laterale in forma di un getto violento. Nello stesso tempo si osserva la pressione atmosferica mediante il barometro a mercurio.

La tavola IX dell'articolo « Geografia e Topografia » dà la temperatura del vapore acqueo in corrispondenza alla pressione.

Letto il termometro, si riconosce se esso segna la temperatura che ha veramente il vapore. In caso contrario si nota la differenza.

Accade spesso che nel trasporto si stacca una porzione del mercurio e si riversa nella parte superiore del tubo termometrico allargata quasi sempre in forma di bolla. Si rimedia a questo inconveniente talvolta collo scuotere solo leggermente il termometro, battendo l'estremità del serbatoio contro qualche oggetto soffice o meglio tenendo il termometro colla mano destra, come una penna da scrivere, e dando poi a questa mano dei colpi, di sotto in su, col pugno sinistro. Se il mercurio non discende, si capovolge il termometro e mediante alcune scosse date nel modo ora descritto, si fa passare il mercurio dal serbatoio al rigonfiamento superiore; quando le due masse di mercurio si sono riunite, si raddrizza il termometro e il liquido ritorna a posto naturalmente. Altre volte si scalda il serbatoio lentamente finchè il mercurio sale nella bolla superiore e si riunisce da sè col mercurio uscito: allora bisogna lasciarlo raffreddare con lentezza, affinchè il mercurio stia tutto riunito e rientri ancora nel cannello. Questa operazione si deve eseguire con una certa precauzione, evitando possibilmente di scaldare il termometro all'estremità superiore.

Termografi. — È necessario che il viaggiatore si provveda di termometri a massima e minima. Ve n'ha di varie specie e, prima del viaggio, si devono sempre rettificare. Nella scelta di questi termometri bisogna aver cura di escludere quelle forme che facilmente si guasterebbero nel trasporto. Può riescire comodo il termografo metallico di Pfister e Hermann.

È un termometro metallico fondato sul medesimo principio di quello di Bréguet. La spirale termoscopica è di ferro e d'ottone. L'estremità libera porta una punta, la quale si avanza da una parte o dall'altra secondo che la temperatura cresce o diminuisce. Due indici mobili intorno ad un perno comune vengono spinti da quella punta, uno da un lato quando la temperatura aumenta, l'altro dal lato opposto quando la temperatura decresce. Gli indici stessi per sè non possono muoversi quand'anche lo strumento si disponga verticale; perciò restano dove furono spinti a segnare il massimo caldo e il massimo freddo.

Fatta l'osservazione, bisogna ricondurre gli indici in posizione tale che siano a contatto colla punta mobile; allora i due indici segnano una stessa temperatura, che è quella del momento.

V'è l'inconveniente che la spirale in ferro facilmente si può guastare coll'umidità.

Le altre forme dei termografi a massima o a minima sono descritte in tutti i trattati di fisica. Pei viaggiatori sono raccomandabili il termografo di Casella (Londra); e i termometri a massima e a minima di Alvergniat (Parigi); questi ultimi specialmente sono comodissimi, e si

trasportano senza alcun pericolo di guasto; quando si trova la colonna liquida interrotta basta dare qualche scossa allo strumento per renderlo ancora servibile.

III.

Pireliometro.

È questo uno strumento che serve a misurare la quantità di calore irradiata dal sole sopra una data superficie.

La parte essenziale consta di un vaso metallico a parete sottile, la cui faccia anteriore è coperta di nerofumo. Il vaso è pieno d'acqua e contiene un termometro. Una disposizione particolare del sostegno permette di rivolgere la parte annerita del vaso ora al sole ed ora dalla parte opposta. Si lascia anzitutto che lo strumento assuma la temperatura dell'ambiente; poi si dispone in modo che la faccia annerita non sia illuminata dal sole e irradì liberamente il calore proprio verso il cielo. Si nota quindi l'abbassamento di temperatura, che si verifica in un dato tempo, per esempio, in cinque minuti primi; si rivolge lo strumento al sole per altri cinque minuti e si nota l'aumento di temperatura; infine si rimette nella posizione primitiva e si nota di nuovo il raffreddamento durante cinque minuti.

Nel primo e terzo periodo la temperatura d'ordinario diminuisce, ma potrebbe anche aumentare. Converrà sempre notare l'ora di ciascuna osservazione e la temperatura corrispondente. Ecco un esempio, che ci servirà pure a mostrare come si eseguisce il calcolo della radiazione.

Si rivolge lo strumento:	Ora h. m.	Temperatura dello strumento	Variazioni di temperatura
All'ombra	10 0	17.5	
	10 5	17.0	$-0.5 = \Delta t$
Al sole	10 5	17.0	
	10 10	20.9	$+3.9 = \Delta T$
All'ombra	10 10	20.9	
	10 15	20.2	$-0.7 = \Delta t'$

Si faccia la media delle variazioni avvenute nel primo e terzo periodo, cioè:

$$\frac{1}{2}(\Delta t + \Delta t') = -\frac{1}{2}(0,5 + 0,7) = -0,6.$$

Si può ammettere che, durante il secondo periodo, mentre lo strumento si riscaldava sotto l'azione del sole, continuò il raffreddamento per irradiazione dello strumento verso l'ambiente; e questa irradiazione portò un raffreddamento di 0,6; cosicchè sotto l'azione del sole, senza altra influenza perturbatrice, il riscaldamento sarebbe stato:

$$\Delta T - \frac{1}{2}(\Delta t + \Delta t') = 3,9 + 0,6 = 4,5;$$

in un minuto solo si avrebbe avuto:

$$\frac{4,5}{5} = 0,9$$

Volendo determinare la quantità di calore veramente assorbita dal pireliometro, bisogna prima conoscere quante calorie occorrono per riscaldare lo strumento di un grado. Questa determinazione preliminare si può fare sperimentalmente con una prova calorimetrica, oppure col calcolo.

La prova calorimetrica può dare risultati più sicuri; ma richiede moltissime cautele. Il calcolo si eseguisce nel modo seguente:

Sia p il peso del vaso metallico, P il peso dell'acqua in esso contenuta, e p' il peso del mercurio contenuto nel termometro. Si sa che il calore specifico dell'acqua è 1; chiamando c il calore specifico del metallo di cui è fatto il vaso e c' quello del mercurio, si avrà la quantità cercata:

$$Q = P + p\,c + p'\,c'.$$

Possono servire i valori seguenti:

Calore specifico	del mercurio	$c' = 0,033$
Id.	del ramo	$c = 0,095$
Id.	dell'ottone	$c = 0,094$
Id.	dell'argento	$c = 0,057$

IV.

Radiometro (1).

Un altro strumento per la misura della radiazione solare è il *Radiometro* o *Collettore del Calorico* di Bellani. Fu recentemente introdotto negli osservatori meteorologici italiani addetti alle stazioni agrarie.

Due bolle sferiche del diametro di quattro centimetri circa sono riunite fra loro per la parte superiore da un tubo di vetro orizzontale lungo dieci o dodici centimetri. Ad una di queste bolle è congiunto inferiormente un altro tubetto di vetro verticale della lunghezza di venticinque centimetri. Quest'ultimo tubo, chiuso all'estremo inferiore, è graduato, oppure sta applicato sopra una tavoletta che porta una divisione e nello stesso tempo serve di sostegno all'apparecchio.

Nell'interno dello strumento vi è un po' d'alcool che basta a rimpire un quarto circa di una delle bolle. Prima di chiudere alla lampada il tubo, si è fatto bollire l'alcool onde scacciarne l'aria.

La bolla prima, cioè quella che si trova all'estremità dell'apparecchio, è annerita esternamente. Da principio, capovolgendo lo strumento, si fa in modo che tutto il liquido si trovi in questa bolla annerita. Esposto il radiometro al sole, il calore viene assorbito a preferenza dalla superficie annerita e si produce quindi una distillazione del liquido interno dalla prima alla seconda bolla, quest'ultima operando come un condensatore. Il liquido distillato si raccoglie nel tubetto verticale e se ne misura la quantità riferendosi alla graduazione che vi è applicata.

L'uso di questo radiometro, come si vede, è assai semplice. Quando si è fatta una osservazione, conviene riversare il liquido distillato nella bolla annerita, capovolgendo lo strumento; affinchè possa funzionare ancora per molto tempo senza che il liquido riempia tutto il tubetto verticale. Specialmente nella stagione calda e nelle giornate molto soleggiate è necessario ripetere le osservazioni a piccoli intervalli di tre o quattro ore e riversare ad ogni volta il liquido. Rimesso lo strumento in posto, si nota la divisione a cui arriva il liquido, senza preoccuparsi di ridurlo ogni volta allo zero della graduazione.

La graduazione di questo radiometro è affatto empirica. Acciocchè i risultati ottenuti da tali osservazioni abbiano un valore, bisogna che lo strumento sia confrontato con un modello che si è preso per cam-

(1) Milano, Tecnomasio italiano.

pione. Converrà inoltre averne due modelli differenti, uno più sensibile per le regioni e stagioni fredde, l'altro alquanto pigro pei luoghi dove la radiazione è molto intensa. Il radiometro Bellani si è costruito fin'ora soltanto nell'officina del *Tecnomasio italiano* in Milano.

L'*attinometro* ad uno o due termometri è di uso semplicissimo. Se ne farà un cenno più avanti nella seconda parte, dove si parla della misura della radiazione solare.

V.

Istrumenti per la misura della umidità.

La tensione del vapore acqueo contenuto nell'aria in un dato istante non può sorpassare la *tensione massima* corrispondente alla temperatura attuale. Se questa tensione massima è raggiunta, si dice che l'aria è *satura* di umidità.

Si chiama *umidità assoluta* la tensione del vapore esistente nell'atmosfera in un dato istante, od anche la quantità in peso di vapore esistente nell'unità di volume dell'aria.

Le osservazioni danno talvolta la tensione e talvolta il peso. Perciò bisogna sapere come si passa dall'una all'altro mediante il calcolo.

La tabella seguente dà la tensione massima del vapore acqueo per temperature comprese fra — 32° e + 43.

Temperatura	Tensione	Temperatura	Tensione	Temperatura	Tensione	Temperatura	Tensione	Temperatura	Tensione
— 32	0.32	— 17	1.19	— 2	3.93	+ 13	11.16	+ 28	28.10
31	0.35	16	1.29	1	4.25	14	11.91	29	29.78
30	0.39	15	1.40	0	4.60	15	12.70	30	31.55
29	0.42	14	1.52	+ 1	4.94	16	13.54	31	33.41
28	0.46	13	1.64	2	5.30	17	14.42	32	35.36
27	0.51	12	1.78	3	5.69	18	15.36	33	37.41
26	0.55	11	1.93	4	6.10	19	16.35	34	39.56
25	0.61	10	2.09	5	6.53	20	17.39	35	41.83
24	0.66	9	2.26	6	7.00	21	18.49	36	44.20
23	0.72	8	2.45	7	7.49	22	19.66	37	46.69
22	0.78	7	2.65	8	8.02	23	20.89	38	49.30
21	0.85	6	2.87	9	8.57	24	22.18	39	52.04
20	0.93	5	3.11	10	9.16	25	23.55	40	54.91
19	1.01	4	3.36	11	9.79	26	24.99	41	57.91
18	1.09	3	3.64	12	10.46	27	26.50	42	61.05
17	1.19	2	3.93	13	11.16	28	28.10	43	64.34

La densità del vapore acqueo relativamente all'aria è 0,623.

Se la temperatura dell'aria è t e la forza espansiva del vapore è f, il peso in chilogrammi del vapore contenuto in un metro cubo d'aria si ha colla formola:

$$p = 0,2894 \frac{f}{272,5 + t}.$$

Se invece si conosce il peso, se ne può dedurre la forza espansiva mediante la formola:

$$f = 3,4554\,(272,5 + t)\,p.$$

Siasi trovata, per esempio, la tensione di 12 millimetri essendo la temperatura dell'aria 27,5; si avrà

$$p = 0,2894 \frac{12}{300} = 0,11576,$$

cioè grammi 11,576.

Quando si vuol avere la quantità di vapore che rende satura l'aria ad una data temperatura, basta mettere in luogo di f, nella formola precedente, la forza espansiva che si trova nella tabella precedente in corrispondenza alla temperatura stessa. Così alla temperatura 27,5 corrisponde la tensione 27,3, e il peso di un metro cubo sarà:

$$P = 0,2894 \frac{27,3}{300} = 0,026335,$$

cioè grammi 26,335.

La *umidità relativa* è il rapporto fra la quantità di vapore realmente esistente nell'unità di volume d'aria e quella che vi dovrebbe essere per renderla satura, o, ciò che è lo stesso, il rapporto fra la tensione del vapore realmente esistente, e la tensione massima all'attuale temperatura.

Nell'esempio precedente, secondo la prima definizione, la umidità relativa sarebbe il rapporto del peso p al peso P, cioè:

$$\frac{p}{P} = \frac{11,576}{26,335} = 0,4396.$$

Secondo l'altra definizione, sarebbe il rapporto della tensione f alla tensione massima $F = 27,3$, cioè:

$$\frac{f}{F} = \frac{12}{27,3} = 0,4396.$$

D'ordinario si moltiplica per 100 il numero che dà l'umidità relativa, la quale vien così espressa in parti centesimali dello stato di saturazione. L'aria satura di vapore è espressa da 100, l'aria perfettamente secca da 0. Nell'esempio precedente l'umidità relativa sarebbe espressa da 44.

Era necessario premettere queste definizioni per intendere l'uso degli igrometri o misuratori dell'umidità.

Tralascio di parlare dell'igrometro chimico, mediante il quale si assorbe il vapore acqueo contenuto in un dato volume d'aria e lo si pesa direttamente. Questo metodo richiede l'uso di strumenti delicati, non trasportabili, e un tempo lunghissimo.

Il viaggiatore deve attenersi o all'*Igrometro a condensazione* od al *Psicrometro*.

L'*Igrometro di Régnault*, modificazione di quello di Daniell, è facilmente trasportabile, specialmente nella forma datagli recentemente dall'Allhuard (1). E in ogni caso conviene che il viaggiatore lo porti seco, almeno per eseguire di tempo in tempo qualche esperienza di confronto col psicrometro.

Due vasetti cilindrici d'argento sono collocati l'uno di fianco all'altro sopra un medesimo sostegno. In ciascuno di essi sta un termometro. Nell'un vaso si versa un po' d'etere finchè tutto il serbatoio del termometro stia immerso. Un tubetto di vetro pesca pure nell'etere ed esce dal tappo che chiude il vaso superiormente. Mediante un tubo di gomma si pone in comunicazione il vaso medesimo con un aspiratore. L'aria traversa il tubo di vetro e gorgoglia nell'etere. Questo svapora rapidamente e si raffredda; insieme si raffredda il vasetto d'argento anche all'esterno ed il termometro ne segna la temperatura.

Quando la temperatura della superficie esterna del vasetto corrisponde alla tensione del vapore esistente nell'atmosfera, cioè quando la temperatura è tale che la tensione massima corrispondente è quella che ha veramente il vapore nell'aria circostante, il vapore si condensa ed appanna la superficie dell'argento.

Bisogna che il viaggiatore faccia molte prove preliminari per avvezzarsi a far bene questa osservazione. La difficoltà sta nel cogliere il primo istante dell'appannamento. Il secondo vasetto d'argento, che si mantiene lucido perchè non si raffredda, serve come termine di confronto. Bisogna intanto poter regolare l'azione dell'aspiratore e arrestarlo appena comincia l'appannamento.

Subito si osserva il termometro: intanto, cessata l'aspirazione, il vasetto torna a scaldarsi e l'appannamento scompare; si torna ad os-

(1) Per l'igrometro di Allhuard, dirigersi a Parigi (Alvergniat, ecc.).

servare il termometro. Le due letture fatte, quando appare e scompare il vapore, devono differire di pochissimo se l'osservazione è ben fatta. Si legge quindi anche l'altro termometro.

Potendo, è bene fare le osservazioni con un piccolo cannocchiale fisso ad un sostegno a distanza di due o tre metri; il campo della visione deve essere abbastanza grande da comprendere l'apparecchio, cioè i due vasetti e i due termometri.

Si ottengono così la temperatura dell'aria e la temperatura d'appannamento. Nella tabella delle tensioni massime si cercano le tensioni corrispondenti a quelle temperature: il loro rapporto dà evidentemente l'umidità relativa.

L'umidità assoluta è data dalla tensione massima corrispondente alla temperatura d'appannamento.

Ora, come si disse, converrà adoperare l'igrometro Allhuard, fondato sul medesimo principio, ma più comodo per la lettura e pel trasporto. Ai cilindretti d'argento è sostituito un vasetto metallico che presenta una parete piana dorata, sulla quale si distingue molto facilmente il primo apparire del vapore condensato.

Non occorre l'aspiratore e basta soffiare in un tubetto di gomma per far gorgogliare l'aria attraverso l'etere; è anche inutile osservare col cannocchiale. Del resto la esperienza si fa come coll'igrometro Régnault.

Siansi osservate, per esempio:

Temperatura d'appannamento . . .	14° 1
Temperatura dell'aria	27 5

Le forze espansive massime corrispondenti (come si trovano nella tabella suaccennata) sono:

12,0 corrispondente a temperatura 14° 1
27,3 corrispondente a temperatura 27 5

Perciò l'umidità assoluta è 12,0, e l'umidità relativa è

$$\frac{12,0}{27,3} + 100 = 44.$$

Igrometro Belli. — È uno strumento fondato sul medesimo principio di quelli di Daniell e di Régnault.

Una canna di ferro della lunghezza di circa venticinque centimetri è disposta verticalmente in un vaso cilindrico di poca altezza, in modo che la canna stessa sporge fuori per un lungo tratto. Si riempie la canna di mercurio e il vaso sottostante di ghiaccio o neve, o meglio di

una miscela frigorifera fatta con neve e sale. La parte inferiore del tubo di ferro rimane così immersa nel ghiaccio e si raffredda; la parte superiore esposta all'aria mantiene invece la temperatura dell'ambiente. Lungo la colonna di mercurio si hanno così tutte le temperature comprese fra quella dell'ambiente e quella della miscela frigorifera. Vi sarà perciò anche uno strato dove la temperatura è tale che vi si determina la condensazione del vapore esistente nell'aria; da quello strato fino al fondo la superficie esterna della canna resta appannata; al disopra invece si mantiene lucida.

Per determinare la temperatura di quello strato dove comincia a deporsi l'umidità atmosferica serve un termometro che s'immerge nella canna. Questo termometro deve scorrere su e giù mediante una guida che porta esternamente un indice; l'indice stesso lambisce la superficie esterna della canna e si trova all'altezza esatta del centro del serbatoio termometrico. Si porta quindi l'indice a toccare il primo strato di vapore condensato e si legge il termometro. Così si ottiene la temperatura d'appannamento.

Il termometro deve avere un serbatoio sferico molto piccolo e segnare almeno i quinti di grado. Dopo ciascuna prova, bisogna asciugar bene la canna di ferro. Alcuni suggeriscono di sostituire alla canna di ferro una canna di vetro a pareti sottili; questa, riempita di mercurio, fa come da specchio e facilmente vi si discerne il vapore condensato. Vi è però il dubbio in questo caso che la cattiva conduttività del vetro determini delle differenze di temperatura fra il mercurio interno e la parete esterna del tubo; nè so che siano state eseguite esperienze in proposito. Conviene che la canna di ferro sia nichelizzata sulla superficie esterna, per impedire che irruginisca; ciò che accade prestamente se il ferro è scoperto.

Anche con questo igrometro il viaggiatore deve fare alcune prove preliminari per avvezzarsi a distinguere con esattezza il primo strato di condensazione.

Psicrometro. — Due termometri della medesima forma sono sospesi ad un sostegno unico in modo che l'aria vi possa circolare attorno liberamente. Uno di essi ha il serbatoio coperto da una pezzuola di mussolina. Si bagna questa mussolina con acqua pura; la evaporazione produce allora un raffreddamento. Siccome la evaporazione è tanto più rapida e copiosa quanto più secca è l'aria circostante, ne deriva che anche il raffreddamento è tanto maggiore quanto maggiore è la secchezza dell'aria.

È facile stabilire una relazione fra le temperature dei due termometri e la tensione del vapore.

Si chiami t la temperatura segnata dal termometro asciutto, cioè

la temperatura dell'aria; t' la temperatura segnata dal termometro bagnato, quando non si osserva più alcun raffreddamento. Siano inoltre f la tensione del vapore acqueo veramente esistente nell'atmosfera, e F la tensione massima corrispondente alla temperatura t' del termometro bagnato; b infine sia la pressione barometrica. Si ha la relazione:

$$f = F - A\,(t - t')\,b,$$

dove A è una costante che fu determinata teoricamente da August prima e poi da Régnault.

Ma dalle esperienze dello stesso Régnault emerge chiaramente come non si possa sempre dare alla costante A un medesimo valore. Ha molta influenza la configurazione del luogo d'esposizione, il grado di umidità dell'ambiente, lo stato di agitazione o di calma dell'aria. Finora le prove di Régnault, quantunque insufficienti, diedero i seguenti risultati, che giova ricordare per eseguire in alcuni casi dei calcoli approssimativi:

	Valore della costante A
In luoghi chiusi	0,0010
In luoghi riparati, cortili, valli, ecc. . . .	0,0009 a 0,0007
In luoghi aperti ventilati	0,0008 a 0,0006

Si usa adottare per le osservazioni ordinarie fatte in luoghi aperti il valore 0,0008.

Ma il mezzo migliore per rendere le osservazioni, fatte in luoghi differenti, paragonabili fra di loro, è di determinare artificialmente una ventilazione rapida intorno al psicrometro. Se questa non si ha naturalmente per il movimento dell'aria atmosferica, bisogna ricorrere a qualche congegno che produca una corrente continua. Negli osservatorii italiani si adopera un psicrometro la cui base porta una ruota orizzontale a palette; un meccanismo speciale fa girare questa ruota per parecchi minuti di seguito. I termometri sono sospesi in modo che il loro serbatoio si trova all'altezza delle palette della ruota, o poco più in basso.

Per fare un'osservazione si comincia col bagnare il termometro; poi si carica la molla che fa girare la ruota a palette; dopo qualche minuto si osserva il termometro bagnato; e, quando la temperatura di questo cessa di diminuire, la si nota, e tosto si legge anche il termometro asciutto.

Quando il viaggiatore giunge al luogo dove vuol instituire una serie di osservazioni psicrometriche, dovrà collocare il psicrometro in

posto, come rimarrà poi sempre, e far subito alcune prove di confronto coll'igrometro a condensazione.

Fatto ciò si possono continuare le osservazioni col psicrometro.

Sopravvenendo un periodo di molta umidità o di molta secchezza, bisognerà ripetere qualche confronto. La molta umidità si rileva facilmente dall'osservare una piccola differenza di temperatura fra il termometro asciutto e quello bagnato; quando invece la differenza è grande è segno che l'aria è molto secca.

Di tutte queste prove bisogna tener nota, segnando nel registro non già l'umidità calcolata, ma le temperature osservate nei termometri del psicrometro, e anche dell'igrometro a condensazione.

Esempio d'osservazione d'un psicrometro e confronto coll'igrometro di Régnault.

L'igrometro di Régnault dia come nell'esempio precedente:

Temperatura d'appannamento 14,1
Temperatura dell'aria 27,5
Umidità assoluta 12,0

Al psicrometro siasi letto:

Temperatura t, termometro asciutto 27,4
Temperatura t', termometro bagnato 19,6
Pressione barometrica ridotta a 0° 760,0

La tensione F, corrispondente alla temperatura 19,6 del termometro bagnato è (vedi tabella precedente) $= 17,0$; perciò la formola del psicrometro diventa nel caso presente:

$$f = 17,0 - A\,(27,4 - 19,6)\;760.$$

Se si volesse adottare per A il valore medio 0,0008, si troverebbe $f = 12,4$. Invece sappiamo dall'osservazione contemporanea fatta coll'igrometro di Régnault che si deve avere:

$$f = 12,0;$$

si scrive quindi:

$$12 = 17 - A\,(27,4 - 19,6)\;760,$$

e si calcola A che risulta

$$A = 0,000843.$$

Psicrometro continuo di Bellani. — E uno strumento che ha la stessa forma del radiometro. La prima bolla è coperta da una vernice bianca e la seconda è ravvolta in un pezzo di mussolina. Questa mussolina si mantiene bagnata d'acqua pura mediante una piccola bottiglia di Mariotte ad efflusso costante; l'acqua che effluisce si guida sulla bolla coperta mediante un fascio di fili di cotone. Svaporando l'acqua che bagna la mussolina, la bolla di vetro si raffredda e allora si determina una distillazione del liquido interno, che viene a raccogliersi nel tubo verticale.

Quanto più secca è l'aria, maggiore è il raffreddamento e quindi maggiore la quantità di liquido che distilla.

Quando la svaporazione è molto copiosa, è necessario regolare la bottiglia di Mariotte in modo che l'acqua esca in maggior quantità, onde mantener sempre bagnata la mussolina.

Questo strumento segna non già il grado di umidità in un dato momento, ma lo stato igrometrico medio dell'aria durante un certo tempo. Perciò è uno strumento che può utilmente aggiungersi al psicrometro, ma non lo può sostituire.

Il psicrometro continuo si costruì finora soltanto dal Tecnomasio in Milano.

VI.

Evaporimetro.

Il più comodo pel viaggiatore è l'evaporimento Piche. Un tubo sottile di vetro lungo circa venticinque centimetri è chiuso da una parte e termina all'altro capo con un allargamento di forma cilindrica del diametro di due centimetri circa, e di breve lunghezza. L'orlo è ben piano e smerigliato.

Si riempie d'acqua quasi intieramente, poi si applica sull'apertura un dischetto di carta da filtro, che vi si adatta esattamente. La carta umettandosi vi aderisce e si può capovolgere lo strumento senza che essa si stacchi. Una bolla d'aria rimasta internamente sale nella parte superiore.

Il tubo è applicato ad un sostegno munito di una scala in millimetri.

Lasciato a sè lo strumento, l'acqua svapora attraverso la carta ed il livello del liquido si abbassa nel tubo; l'abbassamento è grande, poichè la sezione del tubo è assai piccola rispetto alla superficie evaporante. Nell'ora dell'osservazione si nota il livello del liquido nel tubo,

e, se questo è già molto abbassato, si riempie di nuovo lo strumento, onde possa servire per tutto il periodo successivo.

L'evaporazione alla superficie libera dell'acqua si osserva esponendo un vaso pieno d'acqua all'aria libera e misurando l'abbassamento di livello. Questa misura si fa direttamente mediante una vite micrometrica che spinge una punta a toccare la superficie dell'acqua.

In altri casi il vaso dell'evaporimetro è posato sopra il braccio di una specie di stadera, per mezzo della quale si determina la diminuzione di peso. Un metodo semplicissimo sarebbe il seguente:

Si abbia un recipiente di forma cilindrica o parallelopipeda, e se ne misuri la sezione orizzontale S. Mediante un vaso graduato si versa in esso un volume noto V di acqua.

Il recipiente o vaso evaporimetrico si espone all'aria libera; se dopo un certo tempo si svuota, e si misura l'acqua raccolta, se ne troverà un volume V' minore di V. La differenza è dovuta alla evaporazione, e l'altezza dello strato d'acqua evaporato sarà data dalla relazione

$$a = \frac{V - V'}{S},$$

ricordando che, se si esprime V in centimetri cubi ed S in centimetri quadrati, sarà pure a espresso in centimetri.

VII.

Anemometro.

Può essere utile talvolta di conoscere la velocità del vento almeno con una certa approssimazione.

Negli osservatorii stabili si adoperano varie specie di anemografi, strumenti che segnano automaticamente le direzioni e la velocità del vento. Ma la loro costruzione assai complicata ne rende incomodo il trasporto e difficile il collocamento e l'uso.

Al viaggiatore serve benissimo invece il semplice anemometro di Robison, apparecchio di piccole dimensioni e facilmente trasportabile (1). Non occorre descrivere minutamente i varii congegni di questo strumento. Una ruota di quattro raggi, alla cui estremità stanno delle mezze sfere cave, o tazze emisferiche, è munita sul suo asse di una vite

(1) Per questi e per gli altri strumenti di meteorologia dirigersi agli stabilimenti già ricordati a proposito dei barometri.

perpetua, la quale ingrana in una ruota dentata; quest'ultima fa parte di un contatore meccanico, mediante il quale, sopra uno o più quadranti muniti di indice, si contano i giri fatti dal mulinello. Vi è un congegno che serve a mettere in azione il contatore quando si vuole.

Per fare una osservazione si espone lo strumento in luogo libero, in modo che il vento venga a battere direttamente contro le mezze sfere, e faccia girare la ruota. Quando il moto della ruota è regolare, si mette in azione il contatore e si guarda nello stesso tempo l'ora. Dopo cinque minuti primi si libera di nuovo il contatore e si legge il numero dei giri. Convien notare i numeri letti.

Un calcolo approssimato si può eseguire nel modo seguente:

Secondo Robison la velocità del vento è tre volte più grande della velocità che hanno i centri delle tazze.

Si misuri la distanza dei centri di due tazze diametralmente opposte, e sia d. Sarà il cerchio descritto da ciascun centro $= \pi d$. Sia n il numero dei giri eseguiti nel tempo T espresso in minuti secondi. Sarà lo spazio intero descritto $= \pi n d$; e lo spazio descritto nell'unità di tempo, cioè la velocità dei centri delle mezze sfere

$$\frac{\pi n d}{T};$$

perciò la velocità del vento sarà:

$$v = \frac{3 \pi n d}{T} = 9{,}425 \frac{n d}{T}.$$

Siasi, per esempio, trovato $n = 2865$ in cinque minuti primi, con uno strumento la cui ruota ha il diametro di 7 centimetri. Esprimendo il tempo in secondi e le lunghezze in metri si avrà:

$$d = 0^{m}\,07 \qquad T = 300''$$

$$v = 9{,}425 \frac{0{,}07}{300} 2865 = 6{,}30,$$

cioè la velocità del vento è di metri 6,3 al minuto secondo.

Per maggiore esattezza converrà paragonare lo strumento con qualche anemometro già graduato, e determinare il coefficiente pel quale si deve moltiplicare la velocità del mulinello, onde ottenere la velocità del vento.

PARTE TERZA.

NORME GENERALI INTORNO AL MODO DI COLLOCARE GLI STRUMENTI E DI ESEGUIRE LE OSSERVAZIONI. (1)

Prima di intraprendere una serie di osservazioni meteoriche, convien scegliere con molta cura il luogo dove si hanno a collocare gli strumenti; e parimenti convien fissare addiritura un orario di osservazioni, che si conserverà sempre, ove non sorgano forti ragioni per introdurvi qualche mutamento.

I.

Collocazione degli strumenti.

Negli ordinari osservatorii meteorologici una delle parti essenziali è la così detta *finestra meteorica*. È una finestra rivolta a tramontana, davanti alla quale si costruisce una specie di balcone circondato da persiane, aperto di sotto, ovvero con pavimento sforato, e protetto superiormente da una piccola tettoia staccata dalle pareti, cosicchè l'aria vi possa circolare liberamente. A siffatta costruzione si dà talvolta il nome di *gabbia meteorica*. Si collocano in questa gabbia, sovra appositi sostegni, i termometri e termografi per la temperatura dell'aria, il psicrometro e l'evaporimetro, facendo attenzione di porre l'evaporimetro molto discosto dal psicrometro, affinchè non venga alterato sensibilmente lo stato igrometrico dell'aria intorno al termometro bagnato. Lo scopo della gabbia è di riparare gli strumenti dai raggi del sole e da altre irradiazioni secondarie, e di lasciare nello stesso tempo i termometri in contatto con una gran massa d'aria, che facilmente si ricambia movendosi dal basso all'alto.

In altri casi la gabbia meteorica si colloca in mezzo ad un campo, sull'alto d'una collina; e si costruisce in modo che sia protetta specialmente dal lato di mezzogiorno.

(1) Gioverà consultare in proposito le istruzioni pubblicate dalle direzioni dei vari servizi meteorologici in diversi paesi; per esempio, quelle dell'Jelinek pubblicate a Vienna, quelle dello Scott, *Instructions in the use of meteorological instruments compiled by direction of the meteorological Committee, London*, 1877.

Quando non riesca troppo incomoda pel trasporto, serve abbastanza bene una specie di gabbia meteorica di piccole dimensioni, come si usa in alcuni paesi, per collocarvi almeno i termometri. — Questa gabbia o custodia si può costruire in metallo, od anche in legno colle pareti a guisa di persiane; aperta sempre di sotto, e sforata nell'alto perchè l'aria sia libera di scendere e salire. — Bisognerà tuttavia aver cura di collocare la gabbia in luogo riparato dalle irradiazioni, e perciò difesa dal sole verso mezzodì, levante e ponente. Se le osservazioni si fanno in casa, converrà scegliere una finestra che prospetti quasi esattamente a tramontana, sospendere i termometri e gli altri strumenti anzidetti a qualche distanza dal muro, almeno di 30 centimetri; e difenderli poi a ponente ed a levante con persiane od altro riparo posto a qualche distanza. Che se gli strumenti son collocati sopra un terrazzino, od in altro luogo che non s'assomigli ad una finestra, sempre bisognerà aver cura di tenerli lontani dalle pareti e dal suolo, difesi dal sole in tutte le ore della giornata e sospesi in modo che l'aria possa facilmente agitarsi intorno ad essi e muoversi in direzione verticale.

Ancora è d'uopo fare attenzione che non vi siano muri vicini, di fianco o dirimpetto; che il luogo d'esposizione si trovi molto alto sopra il suolo, lontano dai tetti e possibilmente prospetti verso i campi o i prati. L'esposizione all'aria libera sarà sempre da preferirsi.

L'anemoscopio e gli altri strumenti per registrare la direzione e la forza del vento si devono collocare in posizione alta e libera, cosicchè non vengano colpiti da correnti secondarie, la cui direzione non è quella del vento dominante, e dipende invece dalla particolare configurazione del suolo e degli edifici che stanno più vicini all'osservatorio.

Il barometro si disporrà col tubo ben verticale e in luogo stabile. A determinare la verticalità del tubo basta un filo a piombo che si presenta al barometro ora da un lato, ora di fronte; del resto si giudica ad occhio, poichè, quand'anche uno degli estremi s'allontanasse dalla verticale dell'altro estremo di parecchi millimetri, l'errore sarebbe trascurabile. L'errore di 1/20 di millimetro è prodotto quando un estremo è spostato di 8,7 millimetri. Nella camera dove sta il barometro è bene che non succedano rapide variazioni di temperatura, e convien evitare anzitutto che lo strumento venga colpito dai raggi del sole: poichè il mercurio del barometro non sempre si scalda e si raffredda così rapidamente come il termometro annesso, e ciò può indurre, per taluni strumenti, in notevoli errori.

II.

Osservatorii in montagna.

Il viaggiatore potrebbe in alcuni casi instituire una serie di osservazioni in due stazioni vicine, quando una di queste fosse molto elevata al di sopra dell'altra. Un tal lavoro riuscirebbe indubbiamente di molto interesse per la meteorologia. Giova anzitutto notare con diligenza tutte le particolarità del terreno frapposto alle due stazioni. La misura della differenza di livello potrà risultare dalle osservazioni medesime; tuttavia sarà bene averne una giusta misura determinata con altri mezzi.

Le osservazioni si eseguiranno poi contemporaneamente, confrontando bene gli orologi; poichè, in certi momenti di subitanee perturbazioni, i valori dei diversi elementi meteorici si possono alterare notevolmente in pochi minuti, e bisogna procurare di evitare gli errori da ciò provenienti. La pressione, la temperatura, l'umidità dell'aria, la direzione del vento, lo stato del cielo, son tutti elementi da osservare nelle ore normali: ma è d'uopo fare anche una specie di storia di tutta la giornata, perciò che riguarda lo stato dell'atmosfera ed il movimento dell'aria, notando press'a poco

quando cominciò il vento,
quando il vento mutò direzione e forza,
l'ora in cui apparvero le prime nubi e in qual direzione,
se in alto dominarono venti,
se vi ebbe indizio di correnti dall'alto al basso, o viceversa, svelate dal moto delle nubi o delle nebbie spinte lungo le valli o sui fianchi delle montagne.

Sarebbe utile parimenti cercare per le due stazioni le ore della massima e della minima temperatura, e studiare la intensità relativa della radiazione solare mediante un radiometro Bellani, ed un attinometro.

I barometri e termometri delle due stazioni devono essere confrontati fra loro, prima di dar principio alle osservazioni: e sarà utile ripetere il confronto anche alla fine, assicurandosi che gli strumenti dell'osservatorio inferiore non ebbero a subire alcuna alterazione. Se mancano questi confronti diretti, le osservazioni hanno molto minor pregio. Il paragone che si potrebbe eseguire più tardi con istrumenti normali, al ritorno dal viaggio, lascierebbe forse qualche incertezza, poichè in special modo un barometro può guastarsi con molta facilità durante un lungo trasporto.

Converrà pure evitare di porre l'osservatorio in quelle località nelle quali, per la configurazione del suolo, i venti subiscono forti deviazioni, come accade in certe gole, sul fondo delle valli, o dove le valli s'incurvano rapidamonte. Qualche passaggio che metta in comunicazione i due versanti della montagna, in luogo molto elevato, cosicchè le cime circostanti sovrastino di poco o siano alquanto lontane, offrirà un punto d'osservazione molto adatto al nostro scopo, e di là si potrà meglio dominare e studiare lo stato generale dell'atmosfera.

Esistono già parecchie stazioni fra loro vicine, ma situate ad altitudini assai differenti.

Sarebbe utilissimo perciò di poter confrontare i risultati delle attuali osservazioni con quelle ottenute in condizioni analoghe, ma in climi differenti ed in regioni lontane, inesplorate. L'utilità degli osservatori di montagna, specialmente di quelli situati sulle cime isolate, fu riconosciuta e sostenuta vivamente anche dall'ultimo Congresso di Roma.

III.

Ore d'osservazione.

Le ore di osservazione si hanno veramente a fissare secondo il luogo e secondo gli scopi che uno si prefigge. Ma in generale per lo studio di un clima ancora ignoto è necessario cominciare colla determinazione dei valori medi diurni, mensili ed annui dei principali elementi meteorici.

I medi mensili ed annuali si deducono dai medi giornalieri; perciò è utile scegliere per l'osservazione quelle ore, dalle quali, come insegna l'esperienza, colla massima approssimazione si ricava il valor medio diurno di un dato elemento. La pratica veramente ha dimostrato che non per tutti gli elementi meteorici, e non per tutti i climi valgono egualmente le medesime ore; ma, in difetto di regole assolute, e trattandosi sempre di un paese avente un clima sconosciuto, convien diminuire la fatica e fissare un orario alquanto limitato.

La conoscenza del così detto *periodo diurno* richiede invece una serie continuata di osservazioni a brevi intervalli, per esempio di un'ora, lungo tutto il corso della giornata (compresa la notte). Il viaggiatore che ben di rado avrà a sua disposizione strumenti grafici o registratori, se vorrà moltiplicare le osservazioni farà bene di intercalarle ad intervalli eguali fra le osservazioni ordinarie.

IV.

Pressione dell'aria (1).

Il periodo diurno della pressione atmosferica in un dato luogo segue a un dipresso questo andamento. La colonna barometrica s'abbassa dal mezzodì in avanti e raggiunge un minimo dalle 3 alle 5 pomeridiane; s'innalza di poi e tocca un massimo dalle 9 alle 11 di sera; discende nuovamente fin verso le 4 del mattino, per salire ad un secondo massimo verso le 9 antimeridiane.

Ma da un luogo all'altro e col variar della stagione, muta di molto l'ampiezza di coteste oscillazioni barometriche; e in ispecial modo l'altitudine e la latitudine vi esercitano grande influenza.

Lo stesso dicasi delle variazioni annue. In generale nei grandi continenti la pressione è nell'inverno maggiore che nelle altre stagioni; ma mentre in taluni paesi il medio andamento annuale presenta un solo massimo, in altri si riscontrano parecchi massimi e minimi ad epoche variabili. Per esempio, a Parigi la primavera dà un minimo, mentre a Pietroburgo si verifica nella primavera un massimo quasi eguale a quello dell'inverno. — Nei grandi mari le variazioni annue sono meno sentite e poco regolari; e in alcuni punti lungo le coste il periodo annuo si inverte, stando la pressione più bassa nel verno che nell'estate.

Per ricerche speciali converrà adunque attenersi a norme differenti nei diversi paesi. Per ottenere il valore medio diurno possono invece bastare tre osservazioni al giorno, e si raccomandano le due combinazioni seguenti:

9 ant.	3 pom.	9 pom.
10 »	4 »	10 »

perchè un tale orario può servire insieme per le osservazioni della temperatura dell'aria.

Nelle regioni tropicali la oscillazione barometrica diurna è molto più ampia, e segue in generale un andamento assai regolare: una sola osservazione fatta a mezzogiorno dà con molta approssimazione la media del giorno. Converrà tuttavia ripetere le osservazioni anche nelle

(1) Vedansi i compendi di meteorologia seguenti:

Mohn, *Grundzüge der Meteorologie — Berlin, Reimer* — ovvero la traduzione italiana del Ragona, Torino — Loescher, 1877.

Marié Davy, *Les mouvements de l'atmosphère* — Paris, 1876.

Scott, *Cartes du temps* — Paris.

Müller, *Lehrbuch der kosmischen Physik* — Braunschweig, 1875.

ore del massimo (9-10 antimeridiane) e del minimo (3-4 pomeridiane) onde ottenere l'ampiezza del periodo. La variazione diurna è invece molto più piccola nei paesi vicini al mare e nelle regioni elevate. In generale, quando si voglia studiare il periodo diurno della pressione barometrica, si raggiunge una sufficiente esattezza, eseguendo le osservazioni ad intervalli di due ore, dalle 6 del mattino fino alle 10 di sera; per tal modo si comprendono i massimi e minimi principali, e i valori corrispondenti alle ore di notte si possono facilmente interpolare.

Tali osservazioni sarebbero utilissime nei mesi di dicembre-gennaio, e giugno-luglio, epoche nelle quali la ampiezza del periodo diurno presenta un minimo (solstizio d'inverno) ed un massimo (solstizio d'estate).

Gioverà infine notare l'andamento della pressione in tutti i casi di forti perturbazioni atmosferiche; quando soffiano venti impetuosi o caratteristici del paese, all'appressarsi e al cessare d'un temporale, in epoche di grandi pioggie o di estrema secchezza.

Nell'apposito registro converrà segnare sempre la temperatura del barometro, la altezza barometrica letta, e l'altezza ridotta a 0°. Per tal modo si ha mezzo di rivedere le correzioni, e nello stesso tempo di esaminare addiritura l'andamento della pressione. Da questo esame l'osservatore istruito può riconoscere qualche singolarità, che gli suggerisce di mutare l'ordine o il numero delle osservazioni. Converrà pure far cenno, nel registro, di quelle osservazioni che per avventura furono eseguite prima dell'ora prestabilita, o con qualche sensibile ritardo.

V.

Temperatura dell'aria.

Dissi più sopra quali avvertenze debbonsi avere in generale riguardo alla esposizione dei termometri, quando si voglion fare osservazioni in luogo fisso. In molti casi può occorrere al viaggiatore di dover esplorare la temperatura dell'aria in luogo dove difficilmente si riesce a ripararsi dal sole, in mezzo a vaste pianure, a bordo di una nave, sulla cima di un monte. Si ricorre allora al *termometro a fionda*, che è un piccolo termometro legato ad una cordicella, che si fa ruotare rapidamente per qualche tempo; lo si legge di tratto in tratto, fermandolo, e si ripetono le osservazioni finchè la indicazione del termometro rimane costante. Il termometro viene così a contatto con una grande massa d'aria e ne acquista la temperatura assai prestamente, meglio

che lasciandolo fermo e soltanto riparato dal sole mediante un piccolo schermaglio improvvisato, in luogo dove l'aria è tranquilla e vicina al suolo.

In ogni caso l'osservatore farà bene a descrivere il metodo usato per questa misura.

Quanto alle ore d'osservazione si possono adottare quelle già fissate per le osservazioni barometriche. L'andamento giornaliero della temperatura è presso a poco il seguente. Dal mezzogiorno in avanti essa cresce fino ad un massimo, che ha luogo qualche ora dopo il mezzodì; poi diminuisce fino al mattino seguente, per raggiungere il valore minimo poco prima della levata del sole.

Le ore dei massimi e dei minimi variano colle stagioni, col variar del clima, dell'altitudine, ecc., e qualche volta non si verifica alcun minimo o massimo, perchè la temperatura va continuamente crescendo o diminuendo da un giorno all'altro.

Il Mohn dà parecchie combinazioni di ore, per ottenere con tre sole osservazioni un valore molto approssimato della temperatura media diurna; e suggerisce come più opportune le seguenti:

6 antimeridiane	2 pomeridiane	10 pomeridiane
7 »	2 »	10 »
7 »	1 »	9 »
7 »	2 »	9 ».

Avendosi l'opportunità di osservare insieme anche le temperature massima e minima col termografo, convien adottare, come dissi, l'orario già fissato per le osservazioni barometriche. Il termografo a massima si può leggere a sera, oppure alla mattina; avvertendo però, in quest'ultimo caso, che il massimo si riferisce al giorno precedente. Il termografo a minima si legge alla mattina (ore 9 o 10). La temperatura media del giorno si ottiene facendo la media delle

9 ant. 3 pom. 9 pom. e minima

o meglio colle

9 ant. 9 pom. massima e minima;

anzi quest'ultima combinazione si mostrò per la zona temperata migliore di tutte le altre, onde calcolare la media diurna da vari gruppi di osservazioni biorarie o triorarie. Bisogna aver cura tuttavia di collocare il termografo in condizioni identiche a quelle del termometro, e correggerne le indicazioni esattamente dall'errore strumentale; altrimenti si fa la media di quattro temperature che non sono comparabili fra di loro; e il risultato può essere molto fallace, ove si consideri che

i comuni termometri a massima e minima presentano spesso notevoli errori di graduazione, e non molta prontezza.

La combinazione migliore per dare la media temperatura diurna, specialmente nel clima marittimo è quella delle ore

6 ant. 9 ant. 3 pom. 9 pom.

In generale la media di queste quattro temperature, nell'interno dei continenti ed in estate riesce un po' troppo alta.

Lo studio del periodo diurno richiede invece che si facciano le osservazioni più frequenti, almeno di tre ore in tre ore, anche di notte. Una ricerca di questo genere sarebbe molto interessante specialmente nei paesi tropicali, nelle regioni montuose, e nei punti molto elevati, in quei paesi insomma dove la configurazione del suolo e la posizione geografica determinano un clima eccezionale, cosicchè facilmente si troveranno spostate le ore dei massimi e minimi diurni, le epoche del massimo caldo e freddo nell'anno, alterata quindi la distribuzione della temperatura nel periodo diurno e nel periodo annuo.

Giova ricordare ancora che nei paesi montuosi sarà sempre utile paragonare fra loro le temperature a diverse altezze, all'ora medesima e con termometri ben confrontati ed egualmente esposti.

VI.

Umidità dell'aria.

Per ciò che riguarda l'umidità relativa dell'aria converrà sempre osservare, insieme al psicrometro ordinario d'August, anche il psicrometro continuo di Bellani. Ciò si può fare nelle ore già fissate; ma bisogna avvertire che il psicrometro continuo nelle epoche di maggiore calore e di molta secchezza relativa si riempe assai rapidamente, ed occorre perciò osservarlo con maggiore frequenza, per esempio ad intervalli di tre ore. Entrambi cotesti istrumenti si debbono collocare in luogo riparato dal sole, nella gabbia meteorica o, in generale, nelle medesime condizioni dei termometri e termografi; coll'avvertenza tuttavia che il psicrometro non si trovi molto vicino ai corpi che possono alterare lo stato igrometrico dell'aria (come sono l'evaporimento e il vasetto pieno d'acqua che si tiene d'ordinario vicino al psicrometro per bagnare la mussolina). La mussolina del termometro bagnato si dovrà cambiare di frequente, lavando con acqua acidulata il serbatoio, per levarne la polvere e i sali che vi rimasero aderenti in seguito alla svaporazione dell'acqua. Per ovviare a quest'inconveniente, giova anche

adoperare sempre acqua di pioggia, raccolta in un vaso di vetro ben pulito, la quale è assai più pura dell'acqua di sorgente.

Quando l'aria è molto fredda, essendo piccola la forza evaporante dell'acqua che bagna il termometro, si richiede un tempo notevole, fin dieci minuti, perchè il termometro bagnato segni una temperatura costante. Allora è necessario cominciare l'esperienza otto o dieci minuti prima dell'ora fissata. Se poi la temperatura dell'ambiente è inferiore allo 0°, accade che, appena bagnata la mussola, si avverte un raffreddamento di parecchi gradi sotto 0°, poi l'acqua s'agghiaccia e il termometro segna 0°, indi scende lentamente a segnare definitivamente una temperatura che deve essere, in ogni caso, inferiore a quella segnata dal termometro asciutto. Quando il gelo si mantiene per giorni interi conviene bagnare il termometro alla fine d'un'osservazione; il velo di ghiaccio si mantiene parecchie ore e serve per l'osservazione successiva, se la temperatura è molto bassa e se le osservazioni non si fanno ad intervalli molto grandi. Siccome però è molto dubbio che il psicrometro possa servire a dar l'umidità dell'aria quando la temperatura è molto bassa, converrà nei climi freddi osservare insieme un buon igrometro a capello; per esempio, quello di Hottinger (Zurigo), che darà almeno delle indicazioni relative.

Senza entrare in alcun particolare riguardo alla variazione dello stato igrometrico, diremo solo che esso presenta un periodo diurno e un periodo annuo come gli altri elementi meteorici, se non che molte irregolarità osservate in luoghi anche non molto discosti fanno desiderare che siffatti studi vengano ripetuti e continuati specialmente nei climi secchi od umidi assai, nelle alte regioni dell'atmosfera, nel centro di grandi continenti ed anche sulle coste dei grandi mari, dove si osserva talvolta una estrema secchezza. Chi voglia fare uno studio particolare della umidità dell'aria, deve tuttavia aggiungere alle osservazioni psicrometriche altri dati meteorici, segnatamente sullo stato del cielo, la direzione del vento, la temperatura e la pressione atmosferica. Per quest'ultima può in tal caso bastare un barometro aneroide, purchè non abbia di recente sofferto una grossa variazione di pressione: la temperatura dell'aria è fornita invece dallo stesso termometro asciutto (1).

(1) Per abbreviare i calcoli relativi all'umidità dell'aria, si sono costruite delle tavole psicrometriche nelle quali si trova direttamente la umidità relativa e assoluta, conoscendosi le temperature dei termometri dello psicrometro. Le migliori sono quelle di Jelinek.

Jelinek, *Psychrometertafeln für das hunderttheilige Thermometer* — Vienna, 1876

VII.

Radiazione solare e radiazione notturna.

Dissi nella prima parte come si usa il pireliometro; ma cotesto istrumento male si presta ad una lunga serie di esperienze. Invece il radiometro Bellani è di uso così semplice e facile, che sarebbe desiderabile venissero istituite osservazioni regolari, onde studiare accuratatamente il periodo diurno della radiazione. Il radiometro si espone al sole in modo, che il tubo orizzontale congiungente le due bolle sia diretto perpendicolarmente al meridiano astronomico del luogo; e si terrà lontano da muri o altri oggetti che riflettono od emettono calore.

Chi abbia già stabilito un vero osservatorio, può anche leggere il radiometro nelle ore fissate. Ma converrà sempre tener calcolo separatamente delle ore di notte, eseguendo una osservazione al tramonto ed un'altra al levare del sole. Nei climi caldi bisogna adoperare un radiometro meno sensibile, osservarlo spesse volte, e vuotarlo dopo ciascuna lettura. Elementi da notare contemporaneamente sono lo stato del cielo, la forza del vento e l'umidità dell'aria misurata col psicrometro continuo di Bellani, poichè tutti questi elementi concorrono in special modo a modificare la radiazione solare.

Per avere un indizio del grado di radiazione solare si usa anche l'*attinometro*; son due termometri eguali a serbatoio sferico, uno dei quali ha il bulbo coperto di nero fumo. Stanno esposti al sole, ma racchiusi ciascuno in una bolla di vetro dove si è fatto il vuoto. L'eccesso di temperatura segnato dal termometro annerito rispetto all'altro, dà una misura relativa dell'irraggiamento calorifero del sole. I due termometri portano anche un indice che segna la massima temperatura raggiunta nella giornata.

Con un artificio analogo si usa anche misurare il grado di radiazione notturna. Un termografo a minima si espone all'aria senza alcun riparo, poco lontano dal suolo; la minima temperatura segnata da questo termografo è, in generale, più bassa di quella indicata dal termografo ordinario che sta nella gabbia. La differenza fra le due minime sarà tanto più grande quanto maggiore fu la efficacia dell'irraggiamento verso gli spazi celesti.

Ma un tale irraggiamento si rende sensibile anche nel radiometro Bellani; poichè, quando il sole è tramontato e l'ambiente si raffredda, le due bolle irradiano calore e la radiazione più efficace della bolla annerita fa sì, che questa, raffreddandosi, funziona come da condensatore e riassorbe il liquido già distillato. Per tal modo avviene che, dopo la

notte, si trova diminuita l'altezza del liquido nel tubo graduato. Anche di ciò conviene adunque tener nota.

VIII.

Temperatura del suolo.

La conoscenza della temperatura del suolo interessa in modo particolare la meteorologia agricola; conviene perciò che i termometri siano infissi nel terreno a tale profondità, che abbiano a indicare la temperatura media dello strato di vegetazione; bisognerà quindi tener calcolo di quanto si approfondano le radici delle piante alle quali è destinato il terreno. Si adoperano termometri di molta lunghezza e costrutti in modo che la graduazione è fatta soltanto all'estremità che sporge dal suolo, mentre il serbatoio è immerso nel terreno. Collocato lo strumento in posto, si assesta la terra tutt'intorno, comprimendola alquanto vicino al termometro, affinchè non vi resti qualche vuoto, dove l'acqua infiltrandosi potrebbe alterare la temperatura.

Ma pur quando il viaggiatore non dimora a lungo in un paese, gli convien sempre esaminare in qualche modo la temperatura del suolo. Si può dedurre da tali osservazioni, sian pure poco numerose, un valore approssimato della temperatura media annuale. È noto infatti che sotto la superficie del suolo le variazioni di temperatura sono meno sentite che nell'atmosfera: si trova anzi uno strato, ad una profondità che varia da luogo a luogo, dove la temperatura si mantiene tutto l'anno sensibilmente costante. Nelle regioni equatoriali questo strato si trova a mezzo metro circa dalla superficie; nelle zone temperate bisogna scendere otto, dieci metri ed anche più. Ma, in ogni caso, la temperatura costante osservata a tale profondità è molto prossima alla temperatura media dell'aria in quel luogo.

L'osservazione si fa mediante un termometro a massima e minima che si colloca in una buca fatta nel terreno: ricoprendolo poi colla terra levata, e a profondità differente secondo la latitudine. In circostanze nuove bisognerà anche fare parecchi tentativi, prima di trovare la profondità opportuna. I massimi e minimi segnati dal termografo devono differire di pochissimo, solo di qualche frazione di grado. Nelle regioni più vicine al polo, dove la temperatura media è prossima o inferiore a 0°, il ghiaccio che ricopre la terra e penetra nel terreno a grandi profondità rende assai difficili e meno vantaggiose coteste osservazioni.

IX.

Temperature alte.

Può presentarsi talvolta il caso di avere ad esplorare una temperatura elevata sì, che oltrepassa l'ultimo grado segnato dagli ordinari termometri per uso meteorologico. Se il termometro porta, come accade quasi sempre, una piccola rigonfiatura del cannello interno nella parte superiore, si opera così. Si scalda il termometro finchè il mercurio comincia a riversarsi in quel piccolo serbatoio, poi si capovolge rapidamente e gli si da una leggera scossa; allora un po' di mercurio si stacca e cade in fondo alla rigonfiatura, mentre il termometro si tiene ancora capovolto, e si lascia raffreddare. La colonnina intanto si ritira e raddrizzato il termometro, essa scende per raccogliersi verso il serbatoio principale. Questa operazione si fa, per esempio, con uno dei termometri del psicrometro; poi lo si confronta coll'altro rimasto intatto.

Suppongasi che, essendosi staccato un po' di mercurio dal termometro *A*, lo si confronti ora col termometro *B* esatto, e si trovi:

Termometro *A*	Termometro *B*	Differenza
3° 5	29° 7	26° 2

Ciò vuol dire che la porzione di mercurio staccata equivale ad un numero di gradi 26 2; e al termometro *A* bisogna applicare una correzione di 26 2. Se lo stesso termometro ha la scala estesa fino a 45°, ora potrà servire a misurare le temperature fino a

$$45 + 26.2 = 71.2.$$

Per temperature superiori si ricorre al medesimo artifizio, applicandolo al termometro *B;* se ne stacca una porzione di mercurio un po' maggiore che dal termometro *A;* poi si fa il confronto. Sia, per esempio:

Termometro *A*	Termometro *B*
33.4	0.7

La temperatura corrispondente è realmente

$$33.4 + 26.2 = 59.6;$$

dunque il termometro *B* segna ora

$$59.6 - 0.7 = 58.9$$

gradi meno del vero. Se la sua scala arriva ai 45, esso potrà ora servire a misurare le temperature fino a

$$45 + 58.9 = 103.9.$$

X.

Evaporazione.

L'evaporimetro o atmometro si può esporre al sole ovvero in luogo riparato, e le osservazioni si faranno almeno una volta al giorno. Finora non si hanno studi molto concludenti su tale argomento, e perciò non si potrebbero dare suggerimenti intorno al modo di istituire coteste osservazioni.

XI.

Venti.

La direzione del vento si valuta secondo i sedici punti principali della rosa dei venti:

Nord	Ovest	Sud	Est
N	W	S	E
NNW	WSW	SSE	ENE
NW	SW	SE	NE
WNW	SSW	ESE	NNE

Si ricordi che i Tedeschi usano talvolta il segno O in luogo di E. La notazione precedente è quella adottata ora da tutte le nazioni per le ordinarie osservazioni meteorologiche.

La banderuola che segna la direzione del vento deve essere sensibile da muoversi facilmente per un vento che agita appena le foglie delle piante: perciò bisogna che essa giri sopra un perno in acciaio appoggiato a un cuscinetto pure d'acciaio o di pietra dura, e il congegno che sostiene la banderuola abbia una forma tale, che il perno non possa oscillare o spostarsi. Si disporrà poi l'asta della banderuola ben verticale, e alla banderuola stessa si applicherà un contrappeso che la mantenga in equilibrio, cosicchè l'asta non s'infletta, e in tempo di calma la banderuola stia fissa in qualunque direzione.

L'anemometro si dovrà collocare, come l'anemoscopio, in luogo aperto e alto sopra il terreno circostante. L'osservatore a buon conto descriverà con qualche particolare la configurazione generale del paese, indicando in special modo se vi sono delle catene di montagne, in qual direzione e a qual distanza sono situate.

Quanto alla forza del vento, le misure fatte coll'anemometro hanno una importanza relativa, poichè il vento spesse volte muta così rapidamente di forza, che il valore ottenuto coll'anemometro all'ora d'osservazione può essere molto lontano dalla media. Si usa perciò valutare l'intensità del vento secondo una scala arbitraria. Ora negli osservatori italiani si è adottata una scala assai ristretta, che comprende solo quattro gradi differenti.

0. calma,

1. vento appena sensibile, che fa alquanto oscillare le foglie,

2. vento un po' forte, che muove i ramoscelli degli alberi e fischia debolmente,

3. vento molto forte, che agita rami grossi ed alberi interi, e fischia fortemente,

4. uragano, che rompe e sradica gli alberi, e impedisce all'uomo di camminare.

Prima d'ora si usava in Italia e in altri paesi la scala decimale, coi gradi seguenti:

0. calma,

1. venticello appena sensibile,

2. vento debole che muove le foglie,

3. vento moderato che muove anche i ramoscelli,

4. vento moderato che àgita anche i grossi rami,

5. vento alquanto forte, che muove le grosse diramazioni degli alberi,

6. vento forte che agita gli alberi interi,

7. fortissimo che rompe i rami,

8. tempesta, rompe gli alberi deboli, rende difficile il camminare,

9. sradica gli alberi, danneggia i tetti delle case, getta a terra gli uomini,

10. uragano, scopre le case, porta via masse pesanti.

In Francia si usa pure una scala di 7 gradi, e nell'Inghilterra ed altri paesi nordici due scale, una di terra con 6 gradi, e un'altra di mare con 12 gradi; quest'ultima è pure usata dalla nostra marina. Aggiungo qui i valori delle velocità corrispondenti ai vari gradi di codeste scale.

Scala di terra.

0. Calma	Metri 0	a	0.3	in un secondo
1. Debole	0.3	a	4	
2. Moderato	4	a	7	
3. Fresco	7	a	11	
4. Forte	11	a	17	
5. Tempestoso	17	a	28	
6. Uragano	28	e	più.	

Scala di mare.

	Grado	Velocità media (metri) in un secondo	Percorso medio in miglia geografiche all'ora
Calma	0	1.0	2
Appena sensibile	1	3.6	7
Vento leggero (1-2 nodi)	2	5.7	11
Vento leggero (2-4 nodi)	3	8.2	16
Vento moderato (4-6)	4	10.3	20
Vento fresco	5	12.9	25
Vento forte	6	14.9	29
Colpi di vento moderati	7	18.0	35
Colpi di vento forti	8	21.6	42
Colpi di vento fortissimi	9	25.2	49
Colpi di vento tempestosi	10	29.3	57
Tempesta	11	33.9	66
Uragano	12	40.6	79

Se il viaggiatore è avvezzo a servirsi di una data scala, farà bene a continuare sempre collo stesso metodo, dandone notizia nel giornale di osservazione.

Al registro del vento convien aggiungere pure qualche indicazione intorno alle correnti superiori dell'atmosfera, desumendola dalla direzione e dalla grandezza del moto delle nubi. E quand'anche uno intenda occuparsi soltanto dello studio dei venti, egli dovrà pur sempre tener conto di alcuni altri fenomeni atmosferici; osservando in special modo se il vento è accompagnato da depressione od alzamento barometrico, da aumento o diminuzione di temperatura nell'aria, da grande umidità o da secchezza, da pioggie, temporali, tempo variabile, o da cielo sereno e tempo costante.

Le leggi che governano l'andamento dei venti sono conosciute per una buona parte della superficie terrestre; nella zona temperata dell'emisfero boreale la direzione dei venti muta in generale secondo una legge costante, conosciuta come legge di Dove, o legge di rotazione. Questa rotazione si fa nel medesimo verso del movimento del sole nella zona temperata, mentre viene in direzione opposta nelle regioni polari. Sarebbe utile tuttavia estendere le osservazioni nell'Asia centrale e orientale per verificare queste leggi; e parimenti nell'America meridionale e nei grandi mari dell'emisfero australe, dove pure, specialmente nella zona temperata, la rotazione dei venti si fa nella maggior parte dei casi, secondo il movimento del sole.

XII.

Pioggia, neve, ecc.

La misura della pioggia si fa mediante uno strumento semplicissimo costituito da un vaso di metallo a forma d'imbuto, che si espone alla pioggia coll'apertura orizzontale. L'acqua che vi precipita esce dal fondo e si raccoglie in un vaso di vetro graduato. Bisogna aver l'avvertenza di disporre l'apparecchio in modo che, dove l'imbuto comunica col vaso graduato, all'esterno sia tutto chiuso, fissando, per esempio, l'imbuto sul vaso mediante un tappo forato; altrimenti la pioggia, spinta dal vento contro le pareti esterne dell'imbuto, e, scorrendo in giù, va a raccogliersi nel vaso che sta sotto.

È bene che il pluviometro si trovi in luogo aperto e libero; ma non è necessario che l'apertura del vaso sia molto grande. Sul fondo dell'imbuto giova collocare una laminetta bucherellata, onde arrestare le foglie o altri corpuscoli che il vento trascina colla pioggia.

Il costruttore gradua d'ordinario il pluviometro in modo, che il numero letto indica in millimetri lo spessore dello strato d'acqua caduta. In caso diverso è facile calcolare il rapporto fra una divisione del vaso graduato e l'altezza dell'acqua. Se, per esempio, una divisione corrisponde a 10 centimetri cubici, e l'area dell'apertura del pluviometro è di 700 centimetri quadrati (circa 30 cent. di diametro), avremo l'altezza dello strato corrispondente ad una divisione

$$a = \frac{10}{700} = \frac{1}{70} \text{ di centimetro,}$$

cioè millimetri 0,143.

Può benissimo servire da pluviometro un vaso qualunque un

po' ampio, del quale si misura esattamente l'apertura. Basta avere una provetta graduata e versarvi l'acqua raccolta; che se la pioggia fu molto copiosa, accadrà di dover riempire più volte la provetta, ma sempre se ne potrà misurare il volume. Sia v il volume trovato in centimetri cubici, A l'area del pluviometro in centimetri quadrati; sarà l'altezza dell'acqua caduta in millimetri

$$a = 10 \frac{v}{A}$$

L'osservazione si farà possibilmente appena cessata la pioggia, e si noterà nel registro l'altezza in millimetri dell'acqua caduta, compresa quella prodotta dalla liquefazione della neve o della grandine. Ma poi si aggiungerà una nota speciale, che indichi se cadde neve o grandine, e press'a poco l'ora e la quantità.

La neve si può misurare direttamente quando essa si mantiene per qualche tempo, ma la sua densità è molto variabile e bisogna in tal caso raccoglierne un volume conosciuto e pesarla; oppure la si liquefa e si misura l'acqua prodotta. Nei paesi freddi bisognerà ricorrere sempre a questo mezzo di scaldare la neve raccolta nel pluviometro, mantenendovi anche una sorgente continua di calore.

XIII.

Nebulosità.

Lo stato del cielo si valuta mediante la scala decimale, cioè si indica quanti decimi del cielo sono coperti di nubi o nebbie, così:

0. vuol dire cielo sereno completamente,

1. significa che una decima parte del cielo è coperta di nubi, e il resto è sereno,

9. quasi nuvolo, perchè un decimo solo è sereno,

10. cielo coperto interamente.

Se dal luogo d'osservazione non si può vedere tutto l'emisfero celeste, converrà indicare con segni lo stato dell'atmosfera e precisamente:

sr cielo sereno
qs » quasi sereno
sn » sereno nuvolo, con predominio del sereno
ns » nuvolo sereno, con predominio del nuvolo
qn » quasi nuvolo
n » nuvolo
c » coperto, quando le nubi sono uniformi.

Altri segni si usano per dinotare la forma e l'aspetto delle nubi, o la loro posizione.

Si chiamano *cirri* (*r*) (*Federwölken*) quelle nubi sottili, quasi trasparenti che si trovano a grandi altezze di 8 o 9 mila metri, in forma di penne o piume, e si estendono talvolta in lunghe striscie sulla volta del cielo.

Cumuli (*m*) (*Haufenwolken*), sono le nubi di forma arrotondata, che più spesso coprono il cielo nella stagione estiva; sono basse, si addossano le une alle altre, splendono nelle parti superiori, e raccolte all'orizzonte hanno l'aspetto di montagne coperte di neve.

Strati (*s*) diconsi infine quelle nubi che si distendono orrizzontalmente, limitate da linee quasi rette, e che riunite ai cumuli costituiscono le nubi più frequenti.

È facile classificare poi le forme composte, cioè i *cirro strati* (*r, s*) i *cirro cumuli* (*r, m*) le così dette pecorelle; e i *cumuli strati* (*m, s*). Si aggiunge il *nembo* (*n, m*) che costituisce le nubi temporalesche.

La posizione si indica con lettere sovrapposte, a modo d'esponente, ai segni che denotano la forma delle nubi. Queste lettere sono:

h - orizzonte,

z - zenit,

n, e, s, w - nord, est, sud, ovest.

Così il segno

rm^{s} vuol dire *cirro cumuli a sud*

s^{hn}, r^{z} vuol dire *strati all'orizzonte verso il nord e cirri allo zenit.*

Giova avvertire infine che, per giudicare della direzione del movimento nelle nubi, convien guardare a quelle che stanno più prossime allo zenit.

XIV.

Temporali.

Quando il fenomeno temporalesco si vuol considerare come un caso particolare del processo meteorico generale, possono bastare poche osservazioni per delinearne i tratti principali. L'osservatore può raccogliere i dati seguenti, ch'egli aggiungerà nel registro in una colonna speciale destinata alle annotazioni:

l'ora in cui ha principio il temporale, la sua durata e la direzione approssimata delle nubi;

la direzione e la forza del vento prima e dopo il temporale;

qualche particolare sulla grossezza e la quantità della grandine;
la frequenza dei fulmini e delle scariche elettriche;

la pioggia, che si misura appena cessato il temporale.

Ma chi desidera instituire uno studio speciale sui temporali non può accontentarsi di cotesto primo esame: è necessario allora seguire il temporale in tutte le sue fasi, notarne le trasformazioni, i movimenti. Per ciò sarebbe utilissimo stabilire parecchie stazioni collocate a distanze non molto grandi, onde accompagnare per così dire il temporale nel suo svolgimento, e determinarne il *cammino* e la *velocità* con maggior precisione che non si ottiene dalla sola osservazione del vento e delle nubi da un punto fisso. Tali stazioni devono trovarsi a distanze di poche miglia, tanto che da parecchie di esse sia facile osservare il medesimo temporale. Il viaggiatore può darne incarico a persone del paese; poichè le osservazioni sono di tale semplicità da non offrire alcuna difficoltà anche a persona di scarsa coltura; e tali ricerche, appena cominciate anche nelle nostre regioni, si potrebbero avviare per tal modo dovunque se ne trova l'opportunità, specialmente nei paesi di frequente visitati dai temporali. Ciascun osservatore deve allora tener conto dei seguenti dati:

stato del cielo e forma delle nubi;

posizione delle nubi, e dei punti dove avvengono le scariche, numero e intensità delle scariche elettriche.

direzione del vento al principio e alla fine del temporale, notando anche se e quando avvennero cambiamenti di direzione,

spessore delle nubi,

temperatura, prima, durante e dopo il temporale.

Sarebbe pure interessante di conoscere l'andamento della pressione e della umidità; ma questa osservazione non occorre sia fatta in molte stazioni vicine, e d'altronde richiede istrumenti che rendono più difficile il còmpito, e meno probabile la riuscita.

La misura della distanza delle nubi, per ottenere la posizione dei punti dove avvengono le scariche, si eseguisce facilmente notando l'intervallo di tempo fra lampo e tuono. Chi non ha un orologio a secondi si serva delle pulsazioni delle arterie; ovvero prenda un filo lungo un metro e vi sospenda una pallina di piombo, costituendo così un pendolo le cui oscillazioni hanno la durata di circa un secondo. Conviene che il filo sia sottile, la pallina non molto grande; e il punto dove si tien saldo il filo deve distare dal centro della pallina di 98 a 99 centimetri. Riesce poi facile regolarsi con quella oscillazione per contare mentalmente i minuti secondi. La distanza si calcola, per approssimazione, di un chilometro per tre secondi d'intervallo fra lampo e tuono.

L'altezza dei lampi sull'orizzonte si misura a occhio.

Data l'altezza *h* in gradi, e la distanza diretta *d*, si possono calcolare facilmente

la distanza orizzontale - *d* cos. *h*,

la altezza sul suolo - *d* sen. *h*.

È necessario poi conoscere con una certa approssimazione anche l'azimut; perciò convien regolarsi con una bussola, avvertendo tuttavia che l'ago non si dirige precisamente secondo il meridiano da sud a nord, ma devia ora a destra ed ora a sinistra a seconda dei luoghi.

Quando il temporale è accompagnato da venti impetuosi, che trascinano sabbie, o polveri, o altre materie, convien raccoglierne e conservarne una piccola quantità; e del pari si raccoglierà la neve e la pioggia quando vi è mescolata qualche sostanza colorante, e sopra un filtro di carta si lascierà asciugare per bene, onde conservar poi in vasi ben chiusi il residuo abbandonato dall'acqua.

L'osservazione continuata dei temporali e delle tempeste può condurre facilmente a risultati interessanti; e far conoscere la direzione predominante dei temporali, i venti che più spesso li precedono o li seguono, l'ora della maggiore frequenza, la relazione fra il moto delle nubi e il vento alla superficie del suolo, la velocità e la forma del cammino percorso, che può essere rettilineo, curvilineo, vorticoso.

XV.

Fenomeni particolari.

Ciò che si dice dei temporali vale per tutti i fenomeni meteorici isolati e di breve durata; quando uno di questi si presenta, l'osservatore ne fa una breve descrizione in seguito ad un esame accurato, procurando sempre di tener conto anche di quei fenomeni che sembrano precedere o accompagnare la meteora principale.

Infine giova notare tutti quei fenomeni che si possono osservare senza l'aiuto di strumenti e in qualunque posizione. Tali sono gli *aloni* o cerchi luminosi e iridescenti che appaiono intorno al disco del sole o della luna; le immagini multiple del sole (*parelii*), e della luna (*paraseleni*), l'*arcobaleno*, le *aurore polari*, la *colorazione del cielo*.

È utile anche tener nota dei dati seguenti:

numero dei giorni di pioggia o di neve,

venti predominanti nelle varie ore della giornata o nelle differenti stagioni,

forma predominante delle nubi a diverse altezze,

da qual parte compaiono o scompaiono a preferenza le nubi, e in qual direzione camminano,

nebbia e sua intensità,

epoche nelle quali comincia e finisce il gelo, la brina, la rugiada; per quanti giorni la terra rimane coperta di neve.

Il viaggiatore può notare tutti questi fenomeni anche quando sia affatto spovvisto di strumenti, e, se egli ha cura di eseguire le sue osservazioni con una certa regolarità, può per tal modo raccogliere un materiale da rendere utilissimi servigi alla meteorologia.

Dove il viaggiatore non dimora a lungo, è inutile che egli cominci le osservazioni; tutt'al più gli converrà tener nota dei fenomeni particolari dei quali si parlò ultimamente.

Ma ove sia possibile trovare persone di sufficiente coltura, l'opera del viaggiatore si renderà assai vantaggiosa, s'egli vorrà promuovere osservazioni meteoriche, lasciando istruzioni e qualche strumento. Le persone che abitano luoghi remoti isolati dalla società, in un clima ancora poco studiato, non di rado assumeranno volontieri l'incarico di una serie di osservazioni; e il Comitato permanente della meteorologia internazionale, riconosciuta l'opportunità del luogo e della persona, potrà sempre trovar modo di venir in aiuto con nuovi strumenti e con qualche sussidio, poichè tutto infine torna a vantaggio della scienza.

Nè sarà difficile rinvenire qualcuno che da tempo, per proprio conto, abbia instituito una serie di osservazioni meteorologiche, rimaste poi sconosciute per difetto di comunicazioni, o imperizia dell'osservatore nel raccogliere e ordinare convenientemente i registri. In tal caso è prezzo dell'opera informarsi esattamente di tutti i particolari risguardanti quell'osservatorio, visitarlo, se è possibile, e darne una descrizione, esaminare gli strumenti e la loro esposizione; confrontarli coi propri; interrogare sul modo di eseguire le osservazioni, se si fecero sempre colle stesse norme. Quanto ai risultati, è bene procurarne la pubblicazione per esteso. Quando ciò non sia possibile si raccoglieranno almeno:

le medie mensili per ciascun'ora d'osservazione, distinte anno per anno, e per tutti gli elementi meteorici principali,

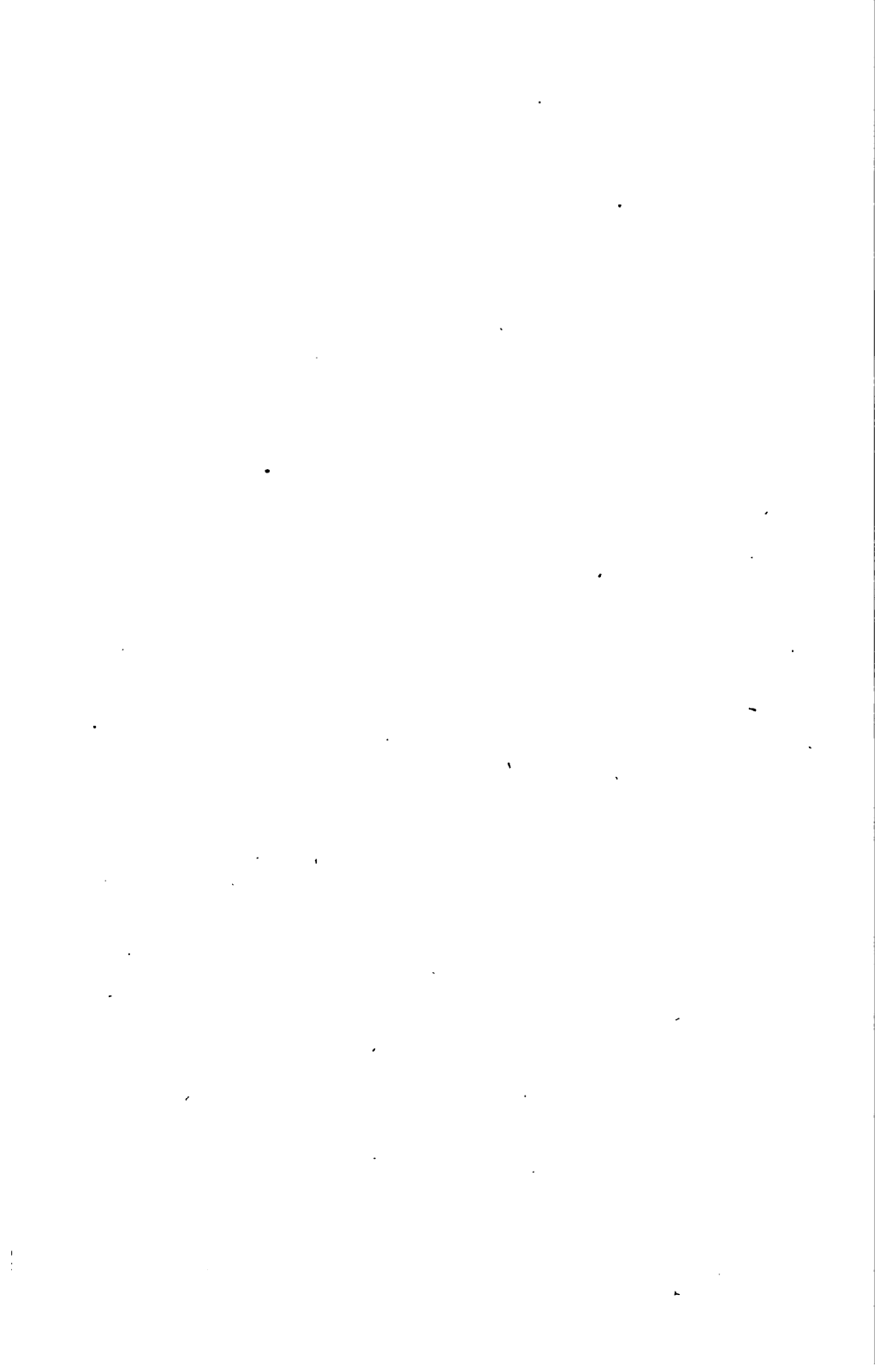
i massimi e minimi assoluti per ciascun mese, sia della temperatura, sia della pressione,

le medie mensili delle temperature massime e minime.

In tutte le relazioni poi si deve sempre tener conto anche dei più minuti particolari, a fine d'evitare qualunque equivoco nella interpretazione dei dati esposti.

Per le correzioni barometriche, ed altri dati relativi agli elementi ed ai calcoli di meteorologia vedansi

le *Tavole ad uso della meteorologia italiana*, pubblicate per cura del regio Ministero di agricoltura industria e commercio — *Roma*, 1876 (Dirigersi all'ufficio centrale di meteorologia), e le

Meteorological and physical tables di Guyot — Washington, Smithsonian institution.

GEOGRAFIA E TOPOGRAFIA

PER

G. UZIELLI.

PARTE PRIMA.

CONSIDERAZIONI GENERALI. (1)

§ 1. — La prima cura di colui che si accinge ad un viaggio deve essere l'accurata scelta degli strumenti atti a permettergli l'esatta descrizione della regione che vuol visitare, e nello stesso tempo è indispensabile ch'egli cerchi di ridurre il materiale che porterà seco al minimo volume possibile.

Si deve poi esaminare quali sono i viaggi già fatti nella medesima regione e soprattutto le carte che la rappresentano. Si può dire che non vi è regione del mondo di cui ora non esista carta più o meno esatta e per quanti errori possano riscontrarsi in alcune di esse, sarà sempre vantaggioso provvedersene, recandosi nei luoghi cui essa si riferisce.

La bibliografia geografica è oggi assai vasta, ma ricorrendo ai trattati speciali ed alle collezioni dei Bollettini delle varie Società geografiche di Londra e di Parigi, che più facilmente possono trovarsi in Italia, ed anche a quelle di Berlino, Vienna, Pietroburgo, ecc., finalmente alle pubblicazioni annuali di Behm e di Vivien de St-Martin (continuata questa dal Duveyrier), ed alla *Bibliotheca Geographica*, pubblicazione semestrale del Müldener, si giungerà a conoscere con sufficiente approssimazione i lavori già fatti sopra la regione da esplorare.

(1) Crediamo dover notare che essendo questa *Istruzione* destinata a viaggiatori talvolta quasi affatto digiuni di cognizioni topografiche, siamo entrati in particolari, i quali senza di ciò potrebbero sembrare superflui a molti lettori.

Le ricerche per avere buone carte saranno in generale più brevi; per carte marine infatti, le quali del resto possono spesso servire come carte terrestri, si possono acquistare facilmente e a mitissimo prezzo quelle pubblicate dall'ufficio idrografico inglese, dal *Dépôt des cartes* di Parigi, ecc. Gli stabilimenti tedeschi di Perthes e di Kiepert sono quelli a cui gioverà di preferenza rivolgersi per le carte terrestri. Converrà quindi provvedersi degli strumenti necessarii per avere la configurazione di una data regione, cioè quelli occorrenti per fare un rilevamento a cui la rapidità non tolga la sufficiente esattezza.

Quando un viaggiatore vorrà occuparsi di un rilevamento abbastanza esatto, sarà indispensabile legga i trattati speciali e prima di partire si eserciti nelle operazioni geodetiche; ma quando anche egli ciò faccia si troverà, il più delle volte, soprattutto in viaggi lunghi e difficili, nell'impossibilità di fare le osservazioni necessarie, le quali richiedono quiete e tempo. In generale egli sarà obbligato di evitare l'uso degli strumenti provvisti di tre piedi, i quali occupano sempre un certo volume, incomodano nei viaggi e coi quali si fanno operazioni, più esatte bensì, ma meno rapide di quelle ricavate da strumenti tenuti semplicemente con la mano. Quando peraltro il viaggiatore vorrà fare una carta esatta di una regione e vorrà quindi acquistare le cognizioni necessarie intorno agli strumenti opportuni per eseguirla dovrà ricorrere a trattati speciali di topografia e di geodesia (1).

In queste istruzioni pratiche abbiamo dato alla descrizione dei barometri e termometri un' estensione che potrebbe sembrare fuori di proporzione col resto del lavoro, ma ciò è dipeso dalla varietà di giudizii che il viaggiatore troverà espressi sulla precisione di questi strumenti quando si usano come topografici, a differenza dagli strumenti topografici propriamente detti. D'altra parte un viaggiatore può trovarsi spesso nell'impossibilità di ottenere la planimetria di una regione, ma potrà sempre eseguirne l'altimetria col barometro, almeno per date stazioni, ove sarà in grado di fare facilmente le letture tanto del barometro come del termometro.

(1) Fra questi citeremo:

SALNEUVE, *Traité de Topographie et de Géodésie*, 4 ed. — Paris, 1869.

HUNAÜS, *Die Geometrischen Instrumente der gesammten praktischen Geometrie* — Hannover, 1864.

BAUERNFEIND, *Elemente der Vermessungskunde* — Stuttgart, 1869.

SCHIAVONI, *Trattato di Geodesia* — Napoli.

CASORATI F., *Alcuni strumenti topografici a riflessione e le proprietà cardinali dei cannocchiali, ecc.* — Milano, 1872.

TRINQUIER, *La pratique de la Topographie* — Paris, 1874.

RAPER H., *The practice of navigation*, 10 ed. — London, 1870.

In ogni modo dovrà sempre il viaggiatore mettersi al caso di compiere, nel più breve tempo possibile, le operazioni seguenti:

I. Misurare le distanze.
II. Misurare gli angoli.
III. Misurare le altitudini.
IV. Misurare il tempo.

PARTE SECONDA.

MISURA DELLE DISTANZE.

§ 2. — Per la misura delle distanze si possono adoperare:

1. La catena.
2. Telemetri varii.
3. Il passo.
4. Il suono.

§ 3. — Nei trattati di Topografia si troverà descritto il modo di adoperare la catena; raramente però un viaggiatore è al caso di potersene servire.

§ 4. — Innumerevoli sono i telemetri fondati sopra vari principii; essi hanno il difetto comune di essere inesattissimi per distanze molto più vicine a noi di quello che non sia il limite della visione; anzi al di là di 1500 metri sono quasi sempre inservibili, a meno che essi non siano fondati sopra la misura di una base e questa non sia sufficentemente grande. Fra i telemetri più usati oltre quelli del Gauthier, dell'Adie, ecc., se ne potrebbero citare molti altri dei quali si possono trovare estese notizie nei trattati di Topografia e specialmente nelle Riviste militari (1).

Sarà utile però al viaggiatore di avere con sè un cannocchiale a stadia, il quale, come è noto, presenta, a differenza del cannocchiale ordinario, dei fili paralleli disposti in modo tale che un oggetto esterno rimane compreso fra essi a una determinata distanza. Basta che l'osservatore guardi un oggetto, di cui conosca l'altezza, perchè ne possa dedurre la distanza fra esso e l'oggetto stesso.

§ 5. — Le misure al passo sono le più imperfette, ma sono quelle che i viaggiatori adoperano più di frequente.

(1) Vedi *Giornale d'Artiglieria,* Anno 1866, Parte II, p. 105, 125, 137, 149. — Anno 1869, Parte II, p. 258. — Anno 1872, Parte II, p. 53, 208, 353, 365.

che è trascorso fra il lampo e il colpo per l'arma da fuoco e fra il lampo ed il tuono, per la scarica elettrica.

Prendendo per la velocità media del suono nell'aria metri 340 al secondo, quella circa che corrisponde a 10° C ed essendo n il numero dei secondi trascorso fra il lampo e il tuono, la distanza d a cui è avvenuto il fenomeno sarà data dalla formola:

$$d = 340\, n$$ (1).

Quando si vuole, sia col passo dell'uomo, sia col passo del cammello o di altro animale, misurare il cammino percorso, conviene por mente alle varie cause di errore cui sopra accennammo; havvene però un'altra importantissima, ed è quella delle fermate che avvengono durante il viaggio. Quindi volendo dedurre la lunghezza del cammino dal tempo impiegato a percorrerlo, sarà indispensabile sottrarre da questo tempo quello perduto nelle fermate.

PARTE TERZA.

MISURA DEGLI ANGOLI.

§ 6. — A. *Misura degli angoli col sestante.* — Il numero degli strumenti destinati a dare la misura degli angoli è grandissimo; ma siccome in generale i viaggiatori sono nell'impossibilità di fare operazioni molto esatte, così devono preferirsi quegli strumenti che danno sufficiente esattezza nel minor tempo possibile.

Infatti le maggiori difficoltà che incontra un viaggiatore nelle operazioni topografiche consistono non tanto nelle misure degli angoli

(1) La velocità del suono varia colla temperatura. Ecco le cifre date dal Wertheim:

TEMPERATURA dell'aria	VELOCITÀ del suono
Cgd.	Metri
0,5	332,00
2,10	332,50
8,5	338,00
12,0	339,20
26,6	347,50

Quando la densità e la elasticità di un mezzo variano nel medesimo modo come avviene nell'atmosfera a diverse altezze, la velocità del suono non varia. Essa quindi non dipende che dalla temperatura. Ma ciò suppone omogeneità nell'atmosfera. Altrimenti il suono, come ha osservato recentemente Tyndall, subisce delle riflessioni, in modo tale che, anche se il tempo è calmo e l'atmosfera di una trasparenza perfetta al punto di vista ottico, il suono reso da strumenti di gran potenza e perfino il rumore del cannone si spengono a una distanza tre o quattro volte più piccola di quella a cui non pervennero in circostanze apparentemente molto meno favorevoli.

quanto, come abbiamo già accennato, nella misura delle basi, cioè della distanza fra le due stazioni ove si fanno le misure angolari.

Se la misura delle basi è inesatta, sarà inutile misurare agli angoli con una precisione di ordine molto maggiore; ora in generale qualunque strumento geometrico darà gli angoli con una approssimazione molto maggiore di quella che è sperabile avere nella misura delle basi.

Se il viaggiatore si trova, caso assai raro, in condizione di misurare le basi con esattezza, allora potrà, con istrumenti geometrici assai perfetti, fare una buona carta di una data regione; ma ciò richiede nell'operatore conoscenze speciali, di cui l'indicazione non può trovar luogo in questo manuale.

Gli angoli sono destinati a far conoscere:

1. La latitudine e la longitudine;
2. La posizione relativa in piano dei vari punti di una regione;
3. La posizione relativa in altezza dei vari punti di una regione.

Per la determinazione della latitudine e della longitudine il lettore vegga l'articolo *Astronomia*. L'altimetria poi di una regione potrà difficilmente aversi da un viaggiatore con istrumenti goniometrici e goniografici, ma si dovranno in generale adottare le indicazioni date dal barometro o dall'ipsometro descritte più avanti; quindi nelle pagine che seguono toccheremo di volo il rilievo altimetrico di una regione con strumenti topografici, ma ci fermeremo più particolarmente a descrivere quanto si riferisce al suo rilievo planimetrico, e specialmente gli strumenti più semplici adoperabili in tali osservazioni.

§ 7. — *Rilievo col sestante.* — Il sestante (che ogni viaggiatore dovrà aver seco, se vorrà conoscere la posizione in latitudine e longitudine di un dato luogo) potrà servire a determinare gli angoli, di cui il vertice comune è in una stazione, e di cui i lati passano per i punti situati nella regione che si vuol rilevare.

Il sestante comune può dare gli angoli con precisione maggiore di quella sperabile nelle misure itinerarie, e non proporzionata con questa: d'altra parte questo strumento per essere adoperato con rapidità richiede pratica grandissima; il suo peso e il suo volume non sono indifferenti, e quindi il viaggiatore troverà grandi vantaggi ad adoperare per ogni genere di misura angolare il sestante tascabile, cioè quello che gl'Inglesi chiamano *Pocket Sextant* e che è stato adottato anche negli Istituti topografici dell'Inghilterra.

§ 8. — *Descrizione del sestante tascabile.* — Il sestante tascabile ha forma cilindrica, come indica la fig. 1, Tav. I, e si compone essenzialmente delle parti seguenti:

aa. Divisione in gradi, ove questi sono segnati in due serie so-

vrapposte; l'inferiore procede da sinistra a destra e va da 0 a 150°; la superiore procede da destra a sinistra e va da 90 a 230°;

i. Nonio, il quale dà i minuti.

l. Lente d'ingrandimento.

d. Testa che per mezzo di una dentiera fa girare il nonio.

n. Vite che serve a fissare il cannocchiale del sestante al sestante stesso.

m. Cannocchiale. (Nella scatola di cuoio, che accompagna tutto lo strumento, il pezzo che fissa il canocchiale al sestante è invitato in modo che la sua linguetta guarda l'oculare.) Esso porta un vetro colorato per osservazioni solari.

p. Foro circolare al quale corrisponde l'obbiettivo del cannocchiale.

q. Piccolo bottone che si può muovere in una fessura in modo da portare davanti al foro *p* un diaframma.

p'. Foro nel diaframma, più piccolo del foro *p* e che può porsi al centro di questo, muovendo il piccolo bottone *q*. Il foro *p'* non si vede nella *fig*. 1.

r. Due bracci di leva (invisibili nella figura), i quali portano dei vetri colorati, che a volontà possono porsi tra gli specchi del sestante.

s. Foro (invisibile nella figura), il quale si trova, quando si tiene orizzontale il cerchio diviso, nel piano verticale che passa per il numero 90 della graduazione superiore.

t. Specchio stagnato solo nella metà superiore; *t'* 1° pernio per la correzione dello specchio *t*; *t''* 2° pernio per la correzione dello specchio *t*.

u. Specchio fisso stagnato verso il centro del sestante e di cui la linea media verticale passa per il centro di rotazione del sestante. *u'* pernio per la correzione dello specchio *u* (invisibile nella fig. 1 perchè rinchiuso nel coperchio A).

v. Specchio sovrapposto allo specchio *u* e girevole col braccio, che porta il nonio.

x. Chiave dei perni che si svita per fare le correzioni.

La scatola del sestante funziona nella figura, come piede dello strumento; ma può svitarsi e serve, posta in senso inverso, di coperchio al sestante stesso.

Finalmente tutto lo strumento è rinchiuso in una scatola di cuoio e, insieme a questa, pesa circa mezzo chilogrammo.

§ 9. — *Proprietà geometriche.* — Il principio di questo sestante è il medesimo degli altri, e rimandiamo per esso ai trattati d'idrografia. Noteremo soltanto che gli angoli descritti dal nonio, sono metà di quelli

compresi fra gli oggetti, ma che, affine di farli corrispondere gli uni cogli altri, gli angoli iscritti sulla graduazione sono il doppio del loro valore reale.

Lo specchio *u* non ha altro scopo che l'allineamento delle basi, come si vedrà più avanti.

§ 10. — *Usi del sestante tascabile.* — Il sestante tascabile può dare:

1. Angoli orizzontali;
2. Angoli verticali.

Quando il sole è fra i punti mirati, allora soltanto si adopera il cannocchiale; la sua aggiunta non porta alcuna variazione nel modo di adoperare il sestante. Quindi quanto segue suppone che l'osservatore guardi a traverso il piccolo foro *p'*, o anche, quando non ha ancor preso pratica dell'istrumento, attraverso il foro *p*.

§ 11. — *Modo di adoperare il sestante.* — 1. Angoli orizzontali.

Per misurare un angolo sotteso da due oggetti qualunque in un piano orizzontale, si prende lo strumento colla mano destra per mezzo del coperchio A; ponendo l'occhio al foro *p'*, si guarda uno degli oggetti attraverso la parte trasparente dello specchio *t*, quindi per mezzo della testa *d*, si fa muovere lo specchio mobile col nonio, finchè si veda apparire l'immagine del secondo oggetto presso a quella del primo; in tal modo si ottiene facilmente la coincidenza; questa può aversi perfetta in una linea verticale se lo strumento essendo rettificato, i due oggetti sono in un medesimo piano orizzontale.

L'osservatore che si trova fra due punti, per riconoscere se sono sulla stessa linea retta con lui, opererà nel modo seguente:

Farà prima in modo che lo zero del nonio coincida colla divisione 180 (graduazione superiore), quindi guarderà attraverso il foro *s*, in modo che il piano, che passa per il foro e per l'asse centrale del sestante, sia normale alla linea che unisce i due oggetti. Quando le due immagini coincideranno, ciò significherà ch'egli si trova nella medesima linea coi due oggetti. Si vede chiaramente che l'osservatore può porsi in due posizioni opposte, cioè avere a destra l'oggetto che prima aveva a sinistra, e riscontrare così un'operazione coll'altra.

La graduazione superiore serve ancora a far conoscere gli angoli supplementari, guardando sempre attraverso il foro *s*, operazione che ha per iscopo specialmente di riscontrare i rilievi già eseguiti.

Gli angoli supplementari si prendono nel modo seguente: si abbiano all'orizzonte due oggetti, la cui distanza angolare sia maggiore di 140°: l'osservatore guardi ad angolo retto coll'oggetto posto a destra, in modo di vedere la propria immagine nello specchio fisso *u*; quindi muovendo l'indice porti l'immagine dell'altro oggetto, veduta per riflessione, nello specchio *v*, in perfetta coincidenza con esso nella

linea di separazione dei due specchi. Si legga l'angolo, si faccia mezzo giro e si prenda in egual modo l'angolo dei medesimi oggetti, ma in senso inverso.

2. Angoli verticali.

Si opera come nel caso precedente, se non che si tiene verticale il piano della graduazione.

Quando si vogliono fare osservazioni di altezza solare, si adoperano i vetri colorati nel cannocchiale. Tanto per questa operazione come per la misura delle altezze e distanze lunari e stellari, rimandiamo alla *Astronomia*.

§ 12. — *Correzioni dei due specchi* t *e* v.

1° *Metodo*. — Supponiamo che la freccia (zero) del nonio corrisponda allo zero della graduazione il più esattamente che sia possibile; che si guardi, per esempio, un angolo di qualche casa situata a 800 metri circa di distanza e che l'angolo osservato dalla casa dia, nella parte trasparente e nella parte riflettente dello specchio *t*, due immagini le quali non siano esattamente in linea retta.

Si muove in questo caso l'indice per mezzo della testa *d*, e si legge quindi sulla graduazione di quanto la freccia ha deviato dallo zero; per mezzo della chiave *t''* si corregge quest'errore movendola colla chiave femmina *x*, e facendola girare finchè la coincidenza non sia perfetta, cioè finchè la freccia dell'indice non coincida esattamente collo zero della graduazione.

2° *Metodo*. — Coll'osservazione del disco del sole.

Prima correzione. — Si porta il vetro oscuro fra i due specchi. L'osservatore guarda direttamente il sole e muove un poco l'indice avanti e indietro dallo zero; si vedrà passare l'immagine *riflessa* del sole direttamente sopra il disco, il quale si vedrà direttamente attraverso la parete trasparente dello specchio *t*. Se in questo passaggio l'immagine *riflessa* copre perfettamente l'immagine *diretta*, ciò significa che lo specchio *t* è perpendicolare al piano dell'istrumento e non richiede correzione; altrimenti si deve ricorrere alla chiave femmina *x* e per mezzo suo far muovere la chiave maschia *k*, finchè non si ottenga la richiesta coincidenza.

Seconda correzione. — Si porta l'immagine riflessa del lembo inferiore del sole in contatto esatto con quella del lembo superiore appartenente all'immagine del sole vista attraverso la parte trasparente dello specchio *t*; si legge il nonio; si muove quindi la freccia del nonio indietro, oltre lo zero della graduazione, finchè l'immagine riflessa del lembo superiore sia in contatto col lembo inferiore veduto attraverso la parte trasparente dello specchio. Si fa la lettura della piccola parte della graduazione oltre lo zero chiamata arco di eccesso; se questa

eguaglia la lettura antecedente, lo strumento è regolato; se ciò non è, la metà della differenza delle letture costituisce l'*errore dell'indice*, il quale, se non verrà corretto, rimarrà costante in tutte le letture degli angoli. L'errore sarà in *più* se la prima lettura è in eccesso; in *meno* se la seconda lettura è la maggiore.

La correzione in questo caso si fa applicando la chiave x al pernio t', e girandola finchè ciascuna delle sopraindicate letture non sia eguale alla somma delle due letture prese in principio.

Ciò fatto, la freccia del nonio dovrà coincidere collo zero della graduazione. Si dovrà allora osservare se l'immagine diretta e l'immagine riflessa del sole formano un solo cerchio perfetto. Se ciò non è, bisogna rivedere le operazioni già eseguite finchè lo strumento non sia perfettamente regolato.

§ 13. — *Correzione allo specchio* u. — Abbiamo visto in che modo si prendono gli angoli supplementari; la loro somma deve essere di 360°; se eccede questa quantità, la metà dell'eccesso dev'essere sottratta per avere il vero angolo; se ne è minore, la metà della differenza dev'essere aggiunta.

L'errore qualunque che può aversi in tal modo si corregge, applicando in chiave x al pernio u'.

§ 14. — B. *Misura approssimativa degli angoli verticali e orizzontali.* — In generale un viaggiatore non è al caso di fare la livellazione della regione che visita, se non per mezzo del barometro (Vedi Parte II); però gli potranno essere utili alcuni, fra i più semplici, degli strumenti chiamati clisimetri che danno la pendenza del paese in determinate direzioni. Di essi, in causa della loro semplicità, non daremo qui la descrizione, perchè ogni viaggiatore potrà trovarne modelli differenti, egualmente buoni, nei paesi ove farà le sue provvisioni.

Però indicheremo qui alcuni modi di prendere gli angoli verticali, dai quali poi si potranno dedurre, con una certa approssimazione, la altezza degli oggetti vicini ai piedi de' quali si può giungere, come per esempio gli alberi.

§ 15. — 1° *metodo.* — Dall'ombra del sole o della luna. Supponiamo che la lunghezza dell'ombra di un albero prodotta dal sole o dalla luna, e misurata dai piedi dell'ombra sia A; e sia a l'ombra misurata in modo analogo e portata da un'asta h. Si abbia cura che la direzione dell'asta sia quella dell'albero, cioè sia verticale, e il suo piede sia posto in modo che l'ombra portata sia in un piano inclinato all'orizzonte, come quello ove è l'ombra portata dall'albero; chiamando H l'altezza dell'albero, avremo

$$H = h\,\frac{A}{a}.$$

§ 16. — 2° *metodo*. — Sia l'osservatore provvisto di un bastone *ab*, retto più che sia possibile, e voglia per mezzo suo misurare l'altezza dell'albero. Per ciò egli si pone ad una certa distanza dall'albero, in modo di essere nel piano orizzontale che passa per il suo piede e ivi tiene il bastone verticale; quindi pone, sempre nel piano orizzontale e ad una distanza qualunque (un metro circa) dal piede del bastone, una superficie riflettente, come uno specchio, dell'acqua che riempia fin all'orlo un recipiente qualunque, ecc. Ora si faccia scorrere l'occhio lungo il bastone fino al punto nel quale si vede per riflessione della superficie riflettente il vertice dell'albero. Sia ora:

A la distanza dallo specchio al piede dell'albero.

a la distanza dallo specchio al piede del bastone.

H l'altezza dell'albero.

h la distanza dal piede del bastone al punto ove è l'occhio.

Avremo qui pure

$$H = h\frac{A}{a}.$$

§ 17. — 3° *metodo*. — Il seguente metodo permette di prendere angoli verticali e orizzontali e determinare l'altezza di un punto ed anche conoscere la distanza di un oggetto dall'osservatore quando l'oggetto stesso è inaccessibile.

Si costruisca, con della carta per esempio, un triangolo isoscele.

Se si vuol misurare l'altezza di un albero, per esempio, si tiene orizzontale più che sia possibile uno dei cateti, e si fa in modo che la visuale rimanendo tangente all'ipotenusa incontri il vertice dell'albero. La distanza fra il luogo ove ciò si verifica e il piede dell'albero darà l'altezza dell'albero.

Si voglia ora misurare la distanza fra l'osservatore e un punto inaccessibile, si voglia per esempio determinare la larghezza di un fiume. Scelto un tratto del fiume ove il suo corso sia abbastanza rettilineo si tiene il triangolo di carta orizzontale in modo che la visuale tangente all'ipotenusa sia parallela alla riva e incontri un oggetto qualunque situato su di essa e che contemporaneamente la visuale tangente a uno dei cateti incontri un oggetto sulla riva opposta. Si cammini quindi lungo il fiume nella direzione del 1° oggetto, finchè non si trovi una seconda stazione da cui si veda contemporaneamente la prima stazione, e l'oggetto situato sull'altra riva, nel modo indicato per la prima stazione. Si misuri la distanza A percorsa fra le due stazioni. La larghezza L del fiume sarà data da

$$L = \frac{1}{2}A - m,$$

m essendo la distanza media approssimata della base *A* dalla riva propriamente detta del fiume.

§ 18. — C. ***Misura degli angoli colla bussola.*** — La bussola permette di costruire vari strumenti i quali danno il modo di fare rilievi con grande rapidità. Questi strumenti possono dividersi nei gruppi seguenti che contengono: il 1° la bussola a riflessione a lembo mobile, la bussola Burnier, la bussola Hossar, ecc. Il 2° tavolette di piccole dimensioni da tenersi a mano o sopra un'asta leggiera, come la tavoletta semplice colla sua bussola, la tavoletta Fèvre, la tavoletta Peigné, ecc. 3° squadri di vario modello con o senza piede.

Gli strumenti sopraindicati consistono essenzialmente: 1° in una parte destinata a far conoscere gli angoli che fanno fra loro le visuali che vanno dall'osservatore a due punti; 2° in una bussola che serve per mantenere lo strumento in una posizione costante, tanto nelle osservazioni fatte in una stazione, quanto, tra quelle fatte in stazioni diverse. Però, in questo secondo caso, basta conoscere la posizione relativa di una visuale di una stazione con una visuale di un'altra stazione.

Questi strumenti sono provvisti in generale di un livello a bolla d'aria, ovvero di un pendolo, destinati ad avere l'orizzontalità di una parte conveniente di un dato strumento.

Gli strumenti che servono ai rilevamenti rapidi crescono ogni giorno di numero, e quelli già esistenti subiscono per parte dei costruttori continue modificazioni; d'altra parte ciascuno offre dei vantaggi e degli inconvenienti, e quando un viaggiatore si consiglierà con qualche persona esperta di topografia per l'acquisto di uno strumento simile, troverà le opinioni le più varie; inoltre dovrà sottostare alle facilità di acquisto di un dato istrumento; comunque sia, il costruttore potrà facilmente indicargli i modi di adoperare l'istrumento, e prima di porsi in viaggio dovrà fare con esso qualche pratica.

Ci limiteremo quindi a dare alcune indicazioni in generale.

§ 19. — Gli strumenti che abbiamo sopra descritti danno il rilievo planimetrico di una regione, sia per mezzo della lettura degli angoli fatti dalle visuali che vanno dall'osservatore ai vari punti di una regione, sia per mezzo del loro tracciamento grafico.

1° Se le distanze angolari sono date in numeri, bisogna che questi siano scritti in modo che non avvenga confusione fra quelli appartenenti alle varie stazioni. Sarà utile avere un taccuino nel quale ogni facciata di sinistra contenga le cifre relative a una data stazione, e ogni facciata di destra le osservazioni relative ai vari punti della regione rilevata.

Ogni stazione dovrà avere un numero progressivo di ordine; così

dovrà averlo ogni punto rilevato di una stazione, cominciando dalla unità per ognuna di esse.

2° Se le distanze angolari sono prese graficamente, siccome avviene spesso che una stazione richieda vari fogli, questi dovranno avere due serie di numeri di ordine progressivo; una di esse si riferisce ai fogli, ed una alle stazioni. Per ogni foglio, ogni punto mirato avrà anch'esso il suo numero d'ordine, come nel caso precedente; dovrà ancora esser segnata in ogni foglio la direzione della bussola.

Tanto nel primo, come nel secondo caso, sarà indicata l'ora e il giorno delle operazioni eseguite.

Si dovrà sempre fare il possibile perchè si conosca l'angolo che fa la visuale di un punto in una data stazione colla stazione antecedente.

§ 20. — Una volta ottenuti i rilievi planimetrici relativi alle diverse stazioni, si dovrà aggrupparli fra loro, ma un viaggiatore dovrà riserbare questa operazione al suo ritorno, e rivolgersi a persona provetta in simil genere di lavori. Infatti non basta costruire una carta, aggruppando i dati presi alle diverse stazioni; bisognerà ancora confrontare i risultati ottenuti dal rilevamento con quelli ottenuti dalle osservazioni celesti, cioè con le latitudini e le longitudini dei luoghi visitati, e riscontrare finalmente tutti questi risultati con quelli già pubblicati da coloro che visitarono la medesima regione. In ogni modo il lettore troverà le indicazioni preliminari nel modello grafico che daremo in seguito.

§ 21. — D. *Rilievo approssimato.* — « Quando non si ha (dice il « Salneuve) a propria disposizione nessuno degli strumenti destinati a « eseguire i rilievi rapidi, ciascuno ne può costruire da sè dei grosso- « lani, i quali, malgrado le loro imperfezioni, potranno ancora essere « adoperati utilmente per la misura degli angoli. Tali sono: il rappor- « tatore, la falsa squadra, i due bracci d'un compasso, una lunghezza « variabile posta a una distanza costante dall'occhio, per mezzo di uno « spago o del braccio teso, lunghezza che misura la tangente dell'an- « golo, finalmente un triangolo variabile di forma di cui la base sia « formata da una piccola riga e di cui gli altri lati siano le due parti « di uno spago fissato per le sue estremità alla base; e questo spago « tenuto fermo in differenti punti della sua lunghezza, darebbe degli « angoli variabili di grandezza, compresi fra le due parti che compon- « gono detto filo. » (1)

Questi metodi, che abbiamo applicato ai § 15, 16 e 17, benchè in apparenza così semplici, hanno dato luogo a studi numerosissimi,

(1) SALNEUVE, *Op. cit.*, pag. 153.

poichè sono i soli che sovente sono possibili nei rilevamenti militari in tempo di guerra.

Noi ci limiteremo a dare alcune brevi indicazioni sul modo di operare nel rilievo planimetrico, quando non si abbiano altri strumenti che un taccuino tascabile e un lapis. Sarà cosa utilissima che il taccuino sia in carta millimetrata.

§ 22. — In questo rilievo è necessario conoscere la direzione del nord. Essa si ottiene, mancando la bussola, nel modo seguente: la stella polare è nel piano meridiano, quando le due guardie della grande Orsa sono nella medesima linea verticale con essa; quindi se di notte si guarda lungo un filo a piombo, le tre stelle suddette dovranno apparire in contatto con esso. Allo scopo di fissare questa direzione per le osservazioni successive, si pone una lanterna al di là del filo in modo che si trovi nel piano che passa per esso e per la polare, e si contrassegna il posto che la lanterna occupava. Questo punto e il filo a piombo daranno la direzione del meridiano.

Questa operazione però può farsi con facilità solo nell'emisfero boreale, poichè nell'australe mancano le stelle convenienti.

Ecco ora il modo di operare:

Le facciate del taccuino devono essere numerate; così devono essere numerate le stazioni, ogni stazione richiedendo sovente più d'una facciata.

In ogni stazione si fanno schizzi che comprendano estensioni più o meno grandi, cioè un raggio di cento metri, di mille metri e così di seguito fin dove si estende la vista. Gli schizzi a grande scala si chiamano *particolari* o *topografici;* quelli a piccola scala *d'insieme* o *di triangolazione.*

Per fare uno schizzo si mantiene il foglio del taccuino d'accordo con la figura che rappresenta il terreno da disegnare e orientato nel medesimo modo durante il tempo necessario all'operazione (Tav. I, fig. 2).

Se la staziona è al centro della figura, s'indica il centro del foglio con un triangolo.

Se essa è in un angolo, si pone in un canto del foglio in modo che la figura riempia tutto il foglio.

Fissato il punto di stazione, si tracciano punteggiate le linee che vanno a tutti i punti notevoli e che formano fra di loro degli angoli prossimi al vero quanto sia possibile.

La lunghezza relativa delle linee che riuniscono questi oggetti alla stazione è valutata a vista colla massima cura, in modo da formare dei triangoli i quali differiscano dal vero il meno che sia possibile.

Si determineranno da prima i punti estremi, poi gli altri, avvicinandosi alla stazione. Il terreno si troverà allora diviso in settori *A S B*, *B S C*, ecc., nei quali si designeranno i particolari successivamente, settore per settore, lasciando in bianco le parti che sfuggono alla vista.

Quanto sarà maggiore il tempo impiegato a porre i punti principali per fissare il quadro, tanto più il disegno si farà rapidamente e con nettezza.

Le proporzioni fra tutte le parti dello schizzo saranno così forzatamente conservate, perchè tutti i particolari troveranno il loro posto in *spazi piccoli* ben limitati; ciò che appariva grande a prima vista sarà ridotto a più giuste proporzioni; e ciò che sembrava aver poca importanza, si svilupperà in uno spazio più grande di quello che gli sarebbe stato attribuito se uno si fosse lasciato guidare solo dall'occhio.

Terminato lo schizzo, si misurerà al passo o al tempo di marcia, il maggior numero di distanze che sarà possibile; si scriverà il nome delle località al loro vero posto; se si possiede una piccola bussola si indicherà la direzione del nord magnetico; se si ha una bussola grande, si porranno i gradi alle visuali dei diversi punti; finalmente s'illustreranno questi schizzi con delle osservazioni che indicheranno le condizioni in cui sono stati fatti, cioè il giorno, l'ora, ecc.

Se il foglio del taccuino è troppo piccolo per farvi figurare tutti i particolari che si ha intenzione di disegnare, si pone la stazione sull'orlo del foglio, e s'impiegano due fogli per fare il giro completo dell'orizzonte. (Tav. I, fig. 3).

Se si pone il punto di stazione in un angolo del foglio, si può egualmente decomporre tutto l'orizzonte in quattro settori, impiegando allora quattro fogli per disegnarlo.

Può accadere che il terreno intorno alla stazione rimanga nascosto, ma che a qualche distanza una certa zona mostri tutti i particolari. In questo caso (Tav. I, fig. 4) si definisce nel miglior modo possibile la forma di questa zona con uno schizzo d'insieme che la riattacchi alla stazione; la quale poi sarà sviluppata in quadro maggiore in uno schizzo particolareggiato. Quando le linee punteggiate (Tav. I, fig. 5) andranno ad un punto che non entra nel quadro, esse verranno terminate con una freccia sul limite del quadro, e il nome del punto sarà iscritto accanto alla freccia.

Se il terreno è talmente coperto che portandosi al punto più favorevole per l'osservazione non si scopra la connessione dei particolari, si cercherà sempre di fare uno schizzo d'insieme, a cui si aggiungeranno, quando vi sarà luogo e tempo di eseguirli, degli schizzi particolareg-

giati, i quali si faranno a memoria, percorrendo il terreno in tutti i sensi.

Quando un settore è ben determinato dalla posizione relativa del punto della stazione e dei due punti estremi, si porranno (Tav. I, fig. 6) a vista nell'interno del triangolo tanti punti quanti il terreno ne offrirà di notevoli, e i particolari planimetrici e l'indicazione delle altezze troveranno allora facilmente posto in questa rete.

È importante notare con cura i punti che si presentano sopra un medesimo allineamento.

Per disegnare questi schizzi bisogna recarsi, per quanto sia possibile, sopra i punti più elevati, donde si possa scoprire meglio l'insieme del paese. Si può allora in una stazione aver materia per lavorare più ore e fare diversi schizzi.

È indispensabile aver molta cura e ordine nelle osservazioni per potere anche dopo molto tempo ritrovare la connessione che esiste fra i diversi schizzi; quindi si cercherà di scrivere tutti i punti notevoli comuni a due stazioni o più, e di farne nota speciale.

È essenziale, per arrivare ad un risultato più che sia possibile esatto, di connettere bene l'insieme nel quadro, e di limitare egualmente il posto dei particolari in quest'insieme.

Per misurare le distanze, uno schizzo d'insieme dovrà indicare la connessione delle stazioni, le quali poi daranno luogo agli schizzi speciali.

Colla bussola si rileveranno le direzioni delle stazioni, e si segneranno punteggiate.

Le distanze saranno misurate al passo, ecc., com'è indicato al § 5.

Se si scopre un punto notevole visibile da diverse stazioni, si noterà nello schizzo d'insieme suddetto.

Tutti i dati così raccolti a delle scale indeterminate, permetteranno più tardi di fare dei lavori definitivi a quella scala che si vorrà, poichè il medesimo schizzo può servire per parecchi lavori.

§ 23. — *Costruzione della carta.* — Il viaggiatore dovrà riserbare al suo ritorno la costruzione della carta dietro gli schizzi eseguiti, ed in generale avrà bisogno di ricorrere a persone che abbiano pratica speciale in questo genere di lavori.

Osserviamo però intanto che della regione rilevata; 1° il viaggiatore potrà conoscere con esattezza la posizione relativa di alcuni punti, sia che abbia potuto fare di essi precisa triangolazione, sia che la loro posizione sia indicata in carte già esistenti, in modo da poterle stimare esatte; 2° il viaggiatore non avrà altro materiale che i propri schizzi.

Prima di trasportare in una sola carta quanto si trova indicato nei diversi schizzi, bisogna riportare questi ad una scala conosciuta.

L'inquadratura degli schizzi ridotti ad una medesima scala si segnerà punteggiata su questa carta, nella posizione indicata dalla direzione della bussola per ciascuno schizzo, riportata ad una direzione comune.

La punteggiatura dell'inquadratura sarà diversa di quella che indica la direzione dei punti mirati dalle diverse stazioni. Il segno ◎ indicherà i punti della triangolazione fondamentale quando vi siano; △ indicherà le stazioni ossia i punti di secondo ordine; ⊙ i punti di ntersezione ossia di terzo ordine.

Accadrà sovente che dei punti sieno comuni a due o più stazioni, come pure potrà essere comune una parte di paese rilevata a vista e quindi avente diversi aspetti. Bisognerà fare una compensazione in cui si dovrà tenere a calcolo la maggiore o minore precisione delle osservazioni fatte alle diverse stazioni.

§ 24. — Nelle indicazioni che abbiamo date sono riassunte tutte le operazioni che un viaggiatore dovrà fare, sia che voglia rilevare topograficamente e coi particolari una regione ristretta, sia che voglia fare una carta generale approssimata di una estesa regione. Le operazioni però da eseguirsi, quando si abbiano strumenti esatti e tempo, sono della stessa natura di quelle richieste in un rilevamento rapido e dovranno essere ordinate nel medesimo modo, se non che: 1° invece dei fogli d'un taccuino si avranno fogli volanti; 2° i rilevamenti planimetrici risulteranno esatti in rapporto coll'istrumento che si adopera, ma sarà sempre difficile ottenere le distanze con qualche approssimazione; in ogni modo per esse, cioè per quelle che collegano una serie di stazioni, dovrà farsi uno schizzo speciale.

PARTE QUARTA.

MISURA DELLE ALTITUDINI. (1)

I.

Osservazioni generali.

Gli strumenti, oltre quelli già descritti, propri a misurare la differenza di livello fra due stazioni, valutando le pressioni atmosferiche che esistono in esse, sono:

1° Il barometro a mercurio,

2° Il barometro metallico o aneroide,

3° L'ipsometro.

Il primo, come è noto, è fondato sul principio dell'equilibrio della pressione delle colonne fluide comunicanti.

Il secondo sulla proporzionalità della flessione al peso.

Il terzo sopra la variazione della temperatura di ebollizione di un liquido sotto varie pressioni.

Quando un viaggiatore si consiglierà con scienziati o con viaggiatori esperti sulla scelta dello strumento da acquistarsi, avrà i più disparati pareri.

Chi dirà che il barometro a mercurio è il solo che possa dare misure veramente esatte, perchè fondato sulla misura diretta della pressione, e ciò essere confermato da innumerevoli esperienze; e invece l'aneroide potersi guastare da un momento all'altro, col pericolo di continuare a fare osservazioni inutili; altri poi escluderà l'ipsometro osservando che la graduazione del termometro cessa sovente dal dare col tempo indicazioni esatte.

Taluni invece, d'accordo coi precedenti per quanto riguarda l'ipsometro, diranno che il barometro aneroide è il solo strumento facilmente trasportabile, che quando è ben costrutto dà precise misure, e

(1) Per le osservazioni meteorologiche, vedi in questo Manuale *Meteorologia*. Fra i libri da consultarsi per la misura delle altezze col barometro citeremo:
Paul de Saint Robert, *Mémoires scientifiques* — Turin, 1874, t. III.
Rühlman R., *Die barometrischen Hohenmessungen, etc.* — Leipsig, 1870.
Bauernfeind, *Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Hohënmessungen, etc.* — München, 1862.
Grassi, *Misura delle altezze* — Milano, 1877.

che invece il barometro a mercurio è strumento impossibile a trasportarsi, soprattutto in lunghi viaggi, e citeranno l'esempio del Boussingault, al quale nelle sue escursioni in America si ruppero 14 barometri.

Finalmente alcuni preferiranno l'ipsometro, osservando che l'approssimazione nella misura dell'altezza alla quale può giungere un viaggiatore che faccia alle diverse stazioni poche letture, non è inferiore a quella che si ha con i barometri; che i termometri sono facili a trasportarsi e che le altre parti dell'ipsometro presentano più che sufficiente solidità.

Tutte queste diverse opinioni hanno la loro parte di verità, ma indipendentemente da questa vi sono due cause che possono averle generate.

La prima è dovuta a circostanze puramente personali e incidentali, cioè a cognizioni troppo esclusivamente teoriche, alla bontà particolare degli strumenti (e ciò è vero soprattutto per l'aneroide), e finalmente allo stato atmosferico esistente al momento delle osservazioni.

La seconda è dovuta alla diversità delle formole per mezzo delle quali si è dedotta la differenza d'altezza di due stazioni, date le letture barometriche o ipsometriche relative alle due stazioni.

Dopo la prima e semplice formola data da Mariotte, si trovano quelle di Halley, Scheuchzer, Bouguer, Lambert, Tobias Mayer, Deluc, Schuckburgh, Roy, Trembley, Hennert, Laplace, Lindenau, Soldner, Baumgartner, Bessel, Ohm, Baeyer, Plantamour, Crelle, Ritter, Bauerfeind, Rühlmann, Saint Robert, James, ecc.

Fra queste formole, le più in uso sono quelle di Laplace e quella di Schuckburgh conosciuta erroneamente sotto il nome di formola di Babinet.

Nella formola di Laplace il coefficiente costante dipende dal rapporto del peso del mercurio e quello dell'aria, e fu trovato, dietro le misure di questo rapporto eseguite da Biot e Arago, eguale a 18317; Ramond poi lo portò a 18336, per far concordare i risultati della formola colle misure trigonometriche eseguite in Francia.

La formola di Laplace così modificata ha servito alla costruzione delle tavole pubblicate dal Mathieu nell'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, le quali sono quelle generalmente usate; si osservi però che le esperienze di Regnault sopra la densità del mercurio e dell'aria, mostrano che per il sopradetto coefficiente bisogna prendere il numero 18405, maggiore di 1/266 di quello del Ramond.

La formola di Laplace suppone inoltre che la temperatura diminuisca coll'altezza secondo una legge che non ammette semplicemente, come molti credono, un decrescimento di temperatura uniforme.

Il Glaisher però ha dimostrato che la legge supposta da Laplace differisce da quella da lui osservata, e Saint Robert ha mostrato che le altezze che si deducono dalle osservazioni del Glaisher differiscono da quelle della formola di Laplace per quantità di un ordine superiore a quello di cui si tiene conto nel calcolo delle altezze con la detta formola (1).

Vi sono inoltre delle cause locali che impediscono che la formola possa mai dare risultati molto esatti, e fra esse principalmente l'ignoranza che si ha della variazione media della densità dell'aria nei diversi paesi e nelle diverse regioni, e in secondo luogo l'influenza che i moti atmosferici hanno sulle indicazioni del barometro e dell'ipsometro. Queste cause inevitabili di errore sono di un ordine assai maggiore che quelle dovute alla differenza della pressione colla latitudine ed alla diminuzione della gravità coll'altezza che son tenute a calcolo nella formola di Laplace.

Si potrà concludere da quanto precede:

1° che quando si possono moltiplicare le osservazioni fra due medesime stazioni, e vi si possono fare contemporaneamente in condizioni atmosferiche normali, allora si potrà dalle medie delle osservazioni fatte sugli strumenti avere l'altezza vera per mezzo di formole, ove si tien calcolo di cause generali di errore minori di quelle locali proprie a una sola osservazione.

2° che quando un viaggiatore si reca successivamente da una all'altra stazione e non ha modo di fare in ognuna di esse osservazioni numerose e contemporanee, è inutile ch'egli adoperi delle formole le quali richiedono tavole complicate e calcoli lunghi, e danno risultati i

(1) Saint Robert (*Op. cit.*, t. I, pag. 224), calcolando con la teoria dei minimi quadrati, indipendentemente da qualunque ipotesi, le altezze successive a cui si è innalzato il signor Glaisher, ha trovato i risultati seguenti:

Altezze vere	Altezze calcolate con la formola di Laplace	Differenze
Piedi inglesi	Piedi inglesi	Piedi inglesi
1,002	1,000	— 2
2,001	2,000	— 1
3,000	3,000	0
3,995	4,000	+ 5
4,988	5,000	+ 12
9,950	10,000	+ 50
14,905	15,000	+ 95
19,817	20,000	+ 183
24,688	25,000	+ 312
29,518	30,000	+ 482

quali differiscono da quelli esatti quanto quelli ottenuti con formole più semplici.

Siamo così condotti a consigliare il viaggiatore che voglia specialmente applicarsi al calcolo esatto delle altezze, di ricorrere alle tavole Oltmans, di Plantamour, di Bauenrfeind, Rühlmann, ecc. Ma siccome in generale quello che importa si è che un viaggiatore faccia esatte le letture degli strumenti per poi dedurne le altezze delle stazioni *al suo ritorno*, e mentre è in viaggio gli basta di avere la differenza dell'altezza delle stazioni con sufficiente approssimazione, così dopo aver descritto brevemente gli strumenti suaccennati, daremo alcune formole semplici per ottenere simile scopo.

II.

Barometro semplice.

In causa della facilità con cui si rompono i barometri di Fortin e simili, del prezzo necessario per averne parecchi, della difficoltà d'impedire che l'aria non penetri nella camera barometrica, oltre le cause accennate nelle pagine che precedono, espertissimi viaggiatori consigliano di portare semplicemente dei tubi di vetro, della lunghezza e del diametro di quelli che si adoperano generalmente per costruire i barometri, cioè di circa 80 millimetri di lunghezza, cercando che abbiano spessore piuttosto notevole. Ogni viaggiatore si provveda di cinque, sei o più di queste canne, a seconda della difficoltà e della lunghezza del viaggio che vorrà intraprendere, e farà sì che una persona pratica tagli l'estremità aperta del tubo a becco di flauto, in modo che l'orlo non resti tagliente, per l'uso che sarà più avanti indicato. Si potrebbe segnare sui tubi di vetro una divisione in millimetri, ponendo lo zero delle divisioni a venti millimetri circa a partire dalla estremità aperta del tubo e proseguendo la graduazione fino a 780 millimetri (1).

Peraltro, siccome non è sempre facile avere i tubi di vetro divisi, e siccome essi costano alquanto, è preferibile avere la divisione segnata sopra un tubo di ottone, ove possa entrare il tubo di vetro come trovasi indicato appresso.

I tubi di vetro saranno disposti, quando s'intraprende un viaggio, in tubi di canna rinchiusi in apposita cassetta.

(1) Si noti che in Italia alcuni costruttori invece di dividere i tubi coll'acido fluoridrico, il quale non diminuisce che in piccolo grado la loro solidità, li dividono col diamante, ciò che li rende fragilissimi.

Si provvederà quindi alla costruzione di una vaschetta e del sostegno del barometro di cui diamo ora la descrizione.

e) Vaschetta ellitica con tre viti di livello in ottone.

f) Piccolo recipiente che ha in fondo un piccolo foro che stabilisce una comunicazione tra esso e il recipiente *e*, e nel quale entra una grossa vite *v*.

La vaschetta *e* e il recipiente *f* costituiscono il piede del barometro. Questo piede è in ghisa.

g. Asta di ottone che s'invita alla vaschetta ellittica, e che è destinata a reggere il tubo *a'*;

a. Tubo di vetro del barometro;

a' Tubo di ottone, con divisione sull'argento e con due fenditure longitudinali destinate a poter vedere l'altezza della colonna mercuriale, ed aperto a una estremità;

l. Indice che per mezzo di un anello cilindrico si fissa all'estremità aperta del tubo di ottone *a'* e che consiste essenzialmente in una punta rivoltata in basso, la cui estremità corrisponde al zero della graduazione:

h. Nonio fissato al tubo di ottone *a'*;

i. Braccio che porta una pinzetta fatta in modo da potere stringere fortemente il tubo. Il viaggiatore dovrà inoltre portar seco chilogrammi cinque circa di mercurio rinchiuso in una di quelle boccie di vetro con fodera di legno, come si trovano in commercio.

Osservazioni. — 1. Siccome il vetro in contatto del metallo e sfregato da esso subisce una modificazione molecolare e diviene assai fragile, così tutti i pezzi metallici che sono in contatto col vetro dovranno essere, dalla parte ove il contatto esiste, foderati di una sostanza vegetale come la carta, o meglio il sughero. Per lo stesso motivo, quando si vogliano ripulire interamente i tubi di vetro con del cotone o sostanza simile, fissata all'estremità di un'asta sottile, bisognerà che questa sia di legno e non un filo metallico.

2. I tubi di vetro, dovranno essere, colle norme indicate in tutti i trattati di fisica, ben disseccati, e questo dovrà farsi ogniqualvolta si voglia costruire il barometro. Siccome è sovente difficile togliere l'umidità riscaldando il tubo, come sarebbe d'uopo, si può ricorrere a una semplice pompetta a mano, di gomma elastica, introducendo nel tubo per mezzo di essa, una rapida corrente d'aria.

3. Il mercurio, prima della partenza, dovrà essere purificato il più che sia possibile; operazione lunga e difficile per essere ben fatta e per la quale sarà necessario rivolgersi a persona dell'arte (1). Se in viaggio

(1) Molti sono i metodi consigliati da vari fisici e chimici, di cui citeremo

sarà necessario ripulire il mercurio, si potranno fare soltanto le operazioni elementari, cioè farlo bollire in un recipiente non metallico, farlo passare attraverso a pelli come quelle di camoscio, e per imbuti di carta a foro molto sottile. Il tubo di carta si adopera specialmente per togliere la pellicola di ossido che si forma alla superficie del mercurio, ancorchè puro in principio, e che si forma quando è stato esposto lungamente all'aria, per cui diviene poco scorrevole, aderisce al vetro e fa, come si dice, la coda.

Quando si vuole costruire il barometro, si riempie la canna di vetro con mercurio adoperando un imbuto di vetro o di carta.

Con questo mezzo rimangono in generale delle bolle d'aria sulla colonna ed aderenti alle pareti della canna.

Per togliere quasi tutta l'aria dalla canna una volta piena di mercurio, si capovolge questa, applicando un dito alla sua apertura, ma lasciandovi una assai grossa bolla d'aria rinchiusa. Inclinando allora la canna in vari sensi, si fa scorrere la bolla lungo le pareti in modo che essa, nel suo cammino, raccolga tutte le bolle più piccole e le assorba in una sola che viene alla superficie quando si tiene il tubo con l'orifizio rivolto in alto; per essere maggiormente sicuri che non rimanga aria rinchiusa nella massa del mercurio, si riapplica un dito all'orifizio (tenendolo sempre rivolto in alto) e si danno dei piccoli colpetti dall'alto in basso che rimuovano la massa suddetta, per cui l'aria che vi potesse essere, vien tratta alle pareti da dove può essere tolta ripetendo la prima operazione.

Bunsen ha suggerito un modo col quale viene diminuita assai l'aria che rimane mescolata al mercurio. Questo consiste nell'avere un tubo di vetro o di caoutchouc con un foro sottile di un millimetro circa e di tre millimetri circa di diametro esterno, di una lunghezza di 5 a 6 centimetri superiore a quella della canna barometrica, arrotondato a una estremità e all'altra terminato con un imbuto. Avendo una semplice canna senza imbuto, si può riunire a un imbuto isolato con un pezzo di caoutchouc. Per versare il mercurio si fa appoggiare l'estremità arro-

quelli del Fresenius (*Analitischen Chemie*, 1869) del professore Ratti (*Rivista scientifica industriale*, agosto 1871) e del Wild (*Annali di Poggendorff*, Vol. CXLIV, pag. 137) ecc. Un metodo semplice è il seguente, il quale dà assai buoni risultati. Si riempie un tubo di vetro di un miscuglio d'un terzo di acido azotico e due terzi d'acqua, che è bene sia distillata o almeno piovana; vi si versa il mercurio con un imbuto a foro sottile. Il mercurio traversa il liquido in una colonna sottile come il foro e si raccoglie nel fondo del matraccio. Il liquido che trabocca viene ricevuto da un recipiente qualunque posto sotto il tubo. Il vantaggio di questo sistema consiste in ciò, che una piccola quantità di mercurio si trova in contatto di una gran quantità di soluzione.

tondata del tubo nel fondo della canna barometrica e si versa per l'imbuto il mercurio. Questo, riempiendo la canna senza agitarsi, contiene pochissima aria. Quando sarà possibile questo metodo per riempire di mercurio la canna barometrica, andrà preferito all'altro sopra descritto.

Quindi si riempie completamente la canna di mercurio, e se ne versa anche nella vaschetta tirando prima in alto la vite v; quindi, tenendo chiuso col dito l'orifizio del tubo, si rovescia la canna sulla vaschetta in modo da non introdurre aria nel tubo.

La differenza di livello fra la superficie della vaschetta e il piano tangente alla superficie del mercurio nel tubo indica la pressione atmosferica.

Per fare la lettura s'infila nel tubo di vetro, una volta rovesciato sulla vaschetta, il tubo di ottone a', cui si è adattato preventivamente l'indice l. Si fissa poi il tubo di ottone a' all'asta g mediante il braccio i.

Quindi si fa in modo, per mezzo delle viti di livello e di un livello a bolla d'aria circolare posto al vertice superiore del tubo a', che questo tubo rimanga verticale, e che la punta dell'indice l corrisponda quasi al mezzo della vaschetta. Ciò fatto, si abbassa la vite v, per cui il mercurio s'innalza nella vaschetta e e si continua il movimento finchè l'immagine riflessa della punta dell'indice l non sembri venire a toccare la punta stessa; quando la coincidenza è perfetta, si può ritenere che lo zero della graduazione del tubo di ottone corrisponda al livello inferiore del mercurio.

Ciò fatto, quando si vuol eseguire una lettura, si fa in modo che il bordo superiore dell'indice h sia nel piano tangente alla sommità del menisco che il mercurio presenta alla parte superiore della colonna, e si osserva il numero della divisione corrispondente a questo piano.

Si osservi che questo indice può essere un vero nonio e dare i decimi di millimetro. Ma per le osservazioni approssimate basterà valutare a occhio le frazioni di millimetro. Infatti un abbassamento di un millimetro nella colonna barometrica corrisponde in media a un abbassamento di 10 metri nella stazione; se si apprezza a occhio, cosa facile assai, il quarto di millimetro, ciò corrisponderà approssimativamente a un errore di metri 2 50 nella valutazione delle altezze.

L'inconveniente principale di questo metodo si è che nelle operazioni fatte a diverse stazioni non rimane sempre nella camera barometrica la stessa quantità di aria e vi si raccolgono quantità diverse di vapor d'acqua; quindi se si chiamano P, P' le pressioni atmosferiche a due stazioni, p e p' le pressioni delle colonne barometriche, f e f' le forze elastiche dovute all'aria e al vapor d'acqua, si avrà

$$P' - P = p' - p + f' - f.$$

Perchè le osservazioni siano esatte, bisogna che $f' - f$ sia nullo, cioè che ridotte a una medesima temperatura, le quantità d'aria e di vapor d'acqua rinchiuse nella camera barometrica siano eguali alle due stazioni; cosa questa difficile ad ottenersi.

Ecco però la modificazione che si può recare al tubo di vetro in modo che la differenza $f' - f$ sia quasi nulla (1).

Si prende un tubo di un metro di lunghezza e di un diametro usuale, aperto alle due estremità.

Al punto *a*, a otto centimetri circa da un'estremità, si fa una strozzatura, s'introduce allora nella parte più corta una valvola di vetro contenente del mercurio per zavorra, e terminata da due prolungamenti *om* e *on* e il prolungamento *on* serve di guida. Si chiude alla fiamma l'estremità *b*. Si riempie il tubo di mercurio versandolo dall'altra estremità e scuotendolo ad intervalli per facilitare l'ascensione del gas che si trova nella camera *a b* superiore alla strozzatura; le altre operazioni del resto si fanno come quelle del barometro sopra descritte.

Non è necessario che il mercurio sia bollito prima d'introdurlo nel tubo.

Si capovolge il tubo sulla vaschetta, il mercurio si arresta in *c*, per esempio. Inchinando il tubo, si fa in maniera che il mercurio della parte *a b* attraversi la strozzatura *a* e si riunisca alla colonna barometrica; questa allora si abbassa in *c'*.

La camera barometrica è allora *b c*. Si inclina una seconda volta il tubo. Il mercurio s'innalza, spinge davanti a sè la valvola, attraversa la strozzatura *a* e riempie tutta la parte *a b* meno l'estremità *b*, dove si raccoglie una bolla gassosa. Ciò fatto:

a) Se si rialza bruscamente il tubo, la valvola chiuderà l'apertura in *a* prima che il mercurio l'abbia attraversata; e questo rimarrà sollevato nel tubo principale fino in *c''*.

b) Se si solleva il tubo lentamente, la valvola chiuderà il foro dopo che il mercurio sarà ripassato nel tubo principale, e questo ritornerà in *c'*.

In queste due operazioni, onde paragonare le altezze delle colonne barometriche, bisognerà, bene inteso, mettere lo zero della graduazione al livello esterno del mercurio.

Per la prima operazione è evidente che teoricamente, nella camera *a c''* deve esistere il vuoto perfetto.

(1) Vedi Uzielli G., *Barometro ipsometrico a valvola.* — Nuovo Cimento, serie 2ª, 1872, t. VII-VIII, p. 98.

Lo strumento ora descritto benchè fondato sul principio medesimo si distingue da questo per i modi di costruzione.

Si è sopra fatto astrazione, per semplicità di parole, dal tubo di ottone. In realtà la canna di vetro è inclusa in questo tubo che viene solo tenuto dalla mano. Le operazioni però rimangono le stesse.

Le operazioni devono succedersi nell'ordine seguente:

1° inclinare il tubo;
2° rialzarlo lentamente;
3° inclinare il tubo;
4° rialzarlo bruscamente.

Quando il livello del mercurio non varia in due serie successive di queste operazioni, se ne conclude che la camera barometrica è vuota d'aria e di vapor acqueo.

Le letture si fanno come per il barometro precedente.

L'errore in generale non oltrepassa i due mill., ciò che corrisponde a una differenza di altezza di una stazione di 20 metri circa; errore questo sempre minore delle differenze delle altezze dedotte dalle varie formole più usate, come può vedersi più avanti, cioè dell'errore stesso dipendente dall'incertezza della legge di decrescimento coll'altezza della densità dell'aria, e dall'influenza di varie cause perturbatrici, come la direzione del vento, ecc., non tenute a calcolo nelle formole.

III.

Barometro di Fortin (1).

Questo barometro, quando sia trasportato con una certa cura, può essere utilmente adoperato in viaggio, ma la sua lunghezza ed il suo peso lo rendono talvolta più incomodo del precedente. Esso si compone di un tubo a copertura metallica chiuso in un astuccio che può in alcuni modelli trasformarsi in treppiede. È preferibile però pel viaggiatore adottare una sospensione cardanica alla quale si può fissare il barometro, che in tal modo è mobile intorno a due assi perpendicolari l'uno all'altro, essendo fissato alla metà della sua lunghezza, per cui si pone da per se stesso in una posizione verticale, come farebbe un filo a piombo. Si può separare l'istrumento dal sostegno tirando indietro le viti *m*, *n* e riunire i piedi di questo sostegno in modo da poterli introdurre in una guaina in cuoio annessa a un astuccio in cui si pone il barometro

(1) Per le figure vedasi qualunque trattato di fisica. Il viaggiatore che avrà seco un barometro Fortin o simili troverà facilmente la corrispondenza fra il suo strumento e la descrizione che segue.

pel trasporto. Quest'astuccio contiene dei tubi di ricambio per rimpiazzare quello del barometro nel caso che si rompesse in viaggio.

La vaschetta è formata: 1. di un tappo in legno coperto d'ottone *cc* sormontato da un tubo centrale *bb* per lasciar passare il barometro; 2. da una lanterna cilindrica in vetro *dd* masticiata alle due sue estremità e fissata con tre aste d'ottone a vite *ch*; 3. da un largo tubo *efhg* che porta una vite ascendente *q*; 4. da un cilindro di bossolo *mn mn*, che è composto di due anelli montati uno sull'altro, il primo *mm* fissato all'inviluppo e il secondo *nn* che può smontarsi e che termina in un sacco in pelle di camoscio legato alla sua circonferenza; questo sacco forma il fondo della vaschetta, sostiene il mercurio che vi è racchiuso e si appoggia sull'estremità della vite *q*. Si capisce che alzando o abbassando la vite *q*, si fa montare o scendere il fondo mobile e per conseguenza il mercurio che esso rinchiude; si può quindi profittare di questa disposizione per mantenere a un punto invariabile il livello della vaschetta; a quest'oggetto il coperchio *cc* ha un foro laterale che dà accesso ad una punta d'avorio *a* invariabilmente fissa, la cui estremità indica il livello costante al quale si riconduce il mercurio al momento di ogni osservazione, col muovere la vite *q*; l'affioramento si regola con la medesima precisione e nel medesimo modo adoperati nello strumento prima descritto.

Volendo una certa precisione per regolare il piano del mercurio nella vaschetta, quando occorre che venga in contatto colla punta di avorio, si può preferire il metodo seguente più facile.

Si adatta sul bordo della vaschetta un sostegno che porta un pernio a vite, il quale può immergersi nel mercurio; quindi, immergendo il pernio, il livello del mercurio si alza e si può così ottenere con molta facilità il contatto preciso colla punta d'avorio.

Dobbiamo ora descrivere il tubo barometrico che s'immerge nella vasca a traverso l'apertura laterale *b*. Un pezzo di pelle di camoscio, legata da una parte sopra il tubo e dall'altra sopra il prolungamento *b*, fissa queste parti ambedue insieme, lascia penetrare l'aria senza ostacolo nella vaschetta, ma essendo impermeabile al mercurio, gl'impedisce di sfuggire se arrivasse sino in *b*. Per garantire il tubo dagli urti che potesse ricevere, si cuopre di un inviluppo cilindrico di ottone che s'invita in *bb* e sopra il quale è tracciata in millimetri una divisione di cui lo zero corrisponde alla punta d'avorio, cioè a dire al livello costante ove il mercurio è ricondotto ad ogni osservazione. In alto l'inviluppo è tagliato longitudinalmente da due fenditure opposte, a traverso le quali si vede la sommità del mercurio, e dove si muove un nonio che si fa montare o scendere per mezzo d'un pignone, lungo una dentiera.

In contatto del tubo di vetro, a un terzo circa del tubo a partire dalla vaschetta è fissato un termometro per mezzo della guaina stessa d'ottone. Esso è destinato a dare approssimativamente la temperatura del mercurio del barometro; ed è bene che non sia troppo sensibile, perchè in tal caso si metterebbe in equilibrio di temperatura coll'ambiente esterno assai prima del mercurio del barometro. Bisogna quindi che il suo bulbo sia sferico e del maggior volume possibile.

Se si vuol fare una lettura, si abbassa il verniero tenendo l'occhio nel piano orizzontale che passa per i bordi anteriore e posteriore del cursore, fino al momento in cui questo piano diventa tangente alla superficie superiore del mercurio, e rimane solo da leggere sopra la divisione la posizione del verniero per avere l'altezza barometrica coll'approssimazione di $^1/_{10}$ di millimetro. Prima di fare una lettura sul barometro a mercurio quando ci si è messi sulla verticale, bisogna scuoterlo leggermente affinchè il menisco del mercurio prenda la sua curvatura normale. Infatti quando il mercurio si abbassa nel barometro lascia sulle pareti un velo che influisce sulle forze capillari e quindi modifica il menisco. Per cause analoghe il menisco si deforma quando il mercurio si alza.

Allorchè si vuol trasportare questo barometro si solleva a poco a poco la vite q; e allora il mercurio si alza nella vaschetta che dapprima riempie, scacciando attraverso la pelle di camoscio l'aria che conteneva, poi sale nel tubo fino al vertice, e appena vi arriva l'operatore ne è avvertito da una resistenza subitanea che la vite gli oppone. Si può allora esser sicuri che il mercurio non può provare oscillazioni, che l'introduzione dell'aria è divenuta impossibile, e si può senza alcun pericolo inclinare, rovesciare o agitare l'istromento senza dever temere nessuna alterazione o rottura. La superficie del mercurio può appannare a contatto della pelle di camoscio in modo che non si possa più distinguere l'immagine dell'ago d'avorio; è necessario allora ripulire la superficie. Per questo si rovescia lo strumento, si svita il cilindro d'ottone *ef*, poi il cilindro del bossolo *nn*. Rimane scoperta allora la superficie del mercurio, si ripulisce e quindi si rimettono al posto i cilindri *nn* ed *ef*.

Se avvenisse qualche guasto nel barometro, si può ripararvi nel modo seguente: si fa bollire il mercurio nel tubo come l'abbiamo indicato, e terminata quest'operazione, si tratta di riunire il tubo alla vaschetta. Si fa in un pezzo di pelle di camoscio un foro stretto attraverso il quale si fa passare il tubo fino a che si dilati al di là di d; poi con filo incerato si fissa la pelle sul tubo, e dopo averla solidamente legata, bisogna capovolgerla per ricondurla sopra il tubo *bb* che termina la vaschetta; conviene fissarvela egualmente con varii giri di filo; dopochè se ne tagliano i bordi ed il barometro essendo così fissato alla va-

schetta, si può subito introdurlo nella sua guaina che s'invita sulla vite *bb*. In questa posizione l'estremità aperta *o* del tubo si eleva verticalmente nella vaschetta rovesciata: dopo smontato il fondo, e svitato il secondo anello *nn* del cilindro di legno, si verserà del mercurio intorno al tubo fino a ricuoprire la sua estremità *o* e stabilire la continuità fra quello che si versa e quello che riempie il tubo. Dopo ciò rimarrà solo da rinvitare il pezzo *nn*, poi il tubo *ghef* che porta la vite *q* e serrare quella sopra il fondo di pelle di camoscio, e l'apparecchio si troverà precisamente nella situazione ove si pone quando si vuol trasportarlo.

Gli inglesi invece di adoperare il barometro di Fortin preferiscono quelli di Newmann e di Enghfield, ecc., i quali, ad eccezione di avere la graduazione in pollici, non sono che semplici modificazioni di quello di Fortin.

IV.

Barometro di Gay-Lussac e Bunten.

I barometri a sifone sono destinati ad eliminare gli errori considerevoli dovuti alle azioni capillari. Il principale di questi barometri è quello di Gay-Lussac. Esso si compone di due tubi riuniti con un tubo capillare. Nel tubo più piccolo, che corrisponde alla vaschetta, vi è un foro rientrante fatto alla lampada.

I due livelli trovandosi a due date altezze al momento di un'osservazione, è evidente che la pressione capillare dev'essere la medesima sopra le due superficie e distruggersi, alla condizione però che la forma dei due menischi sia assolutamente la medesima. L'apparecchio è del certo facile a trasportarsi come quello di Fortin; poichè se s'inclina, si riempie lentamente e senza scosse, in causa della piccolezza del tubo di comunicazione, e quando si rovescia intieramente il mercurio si divide in parti: una che rimane nel tubo più lungo, l'altra che cade in fondo della vaschetta ove si tiene al disotto della punta rientrante, a traverso la quale non può scappare. Si vede che essendo completamente riempito quando è tenuto rovesciato, questo strumento non proverà nessuna scossa nei trasporti, e da un'altra parte il tubo capillare è troppo stretto per permettere all'aria di risalire nel tubo barometrico.

Bunten ha reso quest'apparecchio anche più sicuro, disponendo nel corso del tubo capillare uno spazio dilatato, nel quale il tubo superiore si prolunga. Se accade che una bolla d'aria s'introduca nella colonna, essa si riduce nell'intervallo compreso fra la punta e il tubo esterno. Questo barometro è posto in una scatola in legno che si apre

e si chiude a volontà, o rinchiuso in un tubo d'ottone come per quello di Fortin. In ogni caso vi sono due sistemi di fenditure disposte verso il vertice inferiore e superiore per lasciar vedere i livelli del liquido, due vernieri misurano la loro posizione e una graduazione tracciata sulla montatura permette di conoscere la loro distanza. Si riscontrano in questo apparecchio i vantaggi del barometro di Fortin, colla comodità di più di essere meno pesante. S'impiega però assai più raramente, in causa della alterazione rapida sofferta dal mercurio, per il contatto dell'aria, per cui i due menischi divengono ineguali e l'errore della capillarità si manifesta senza che si possa nè apprezzarlo nè correggerlo. La non omogeneità del tubo è una causa che rende fragile questo barometro.

V.

Barometro aneroide.

Quando, come dicemmo, un tubo elastico circolare in ottone sottile è chiuso alle due estremità e che si aumenta o si diminuisce la pressione interna, esso si raddrizza o s'incurva. Su questa proprietà è fondata la costruzione del barometro aneroide. In questo strumento il tubo è fissato in un'estremità e libero nell'altra ed è vuoto nel suo interno; se la pressione atmosferica aumenta, l'estremità libera si muove e percorre un quadrante diviso. Le piccole dimensioni di questo strumento lo rendono di poco incomodo, ed è da preferirsi quando non si richiede una grande esattezza.

Quando si vogliono fare delle letture, si devono preventivamente dare delle piccole scosse allo strumento per vincere gli attriti degli elementi dello strumento che alterano le indicazioni dell'indice. Per ottenere un'approssimazione conveniente conviene prendere aneroidi che abbiano circa 10 centimetri di diametro.

VI.

Ipso-Termometro di Fahrenheit.

Abbiamo indicato il principio per il quale la temperatura di ebullizione dell'acqua in due stazioni ci permette di determinare la loro differenza di livello.

Regnault ha disposto nel modo seguente l'apparecchio destinato a

fare questa indicazione (1). L'apparecchio si compone di vari tubi in ottone *i j k l*, *k r*, *r s*, *s t* rientranti l'uno nell'altro come in un tubo di cannocchiale; il tubo inferiore *i j k l* serve di caldaia, esso ha 30 mill. di diametro. Questo tubo si invita in un tubo più largo *e f g h*, che esso pure si adatta per mezzo di una montatura a baionetta sopra una piccola lampada di alcool *a b c d*. Delle aperture *o* sono praticate nella parte inferiore e delle aperture *o* alla parte superiore dell' inviluppo *e f g h* per determinare la corrente d'aria necessaria alla combustione. Un anello scavato permette di chiudere precisamente le aperture *o* quando il vento soffia troppo forte da una parte.

L'apparecchio ridotto alle sue più piccole dimensioni coi tubi rientranti ha circa 15 centimetri di altezza; sviluppato, esso giunge a 35 centimetri. Si pongono nella piccola caldaia circa 40 centimetri cubi d'acqua ordinaria, e si sospende il termometro in modo che il suo serbatoio si trovi a due o tre centimetri al disopra del liquido e che l'estremità della colonna di mercurio durante l'ebullizione esca appena al disopra del tappo *v*, oppure di un dischetto di guttaperca forato e che si appoggia all'orifizio. Queste circostanze sono facili a realizzarsi tirando convenientemente i tubi. Il termometro porta delle divisioni arbitrarie, ma esattamente calibrate; il suo cammino non va che da 75° a 100°.

Per chi avesse desiderio di avere maggiori particolari sul modo di fare la graduazione, rimandiamo alla memoria di Regnault surriferita.

Le esperienze fatte dal signor Izarn sui Pirenei per verificare questo strumento hanno mostrato che il termometro ipsometrico ha marcato in media una temperatura di $\frac{1}{10}$ di grado inferiore a quella indicata dal termometro immerso in un vaso pieno d'acqua, e ciò in causa della pressione che acquista il vapore nell'apparecchio d'ebullizione. È importante che il lume a spirito sia fatto in modo che il liquido riscaldato non esca dall'orifizio del lume stesso e si infiammi.

Si noti che è importante di non immergere il termometro nel liquido perchè se si fa bollire dell'acqua, la temperatura del vapore rimane la stessa, alla stessa pressione, anche se l'acqua è impura; ma la temperatura di ebullizione dell'acqua varia a seconda delle sostanze che contiene.

L'astuccio che racchiude l'ipsometro dovrà contenere una boccetta contenente acqua nel caso in cui può temersi che debba mancare nel luogo ove il viaggiatore vuol recarsi ad osservare, ad una boccetta contenente spirito per il servizio del lume.

(1) *Annales de Chim. et de Phys.* serie 3ª, t. 14, pag. 145.

Gli ipsometri di Negretti e Zambra, di Caselli, ecc., molto usati in Inghilterra, differiscono solo per alcune leggerissime modificazioni da quelli di Regnault. La più importante è che il tubo metallico non è formato di pezzi rientranti, ma di due pezzi che s'invitano l'uno sull'altro.

Uno dei maggiori inconvenienti che presenta l'ipsometro dipende dalla instabilità delle graduazioni del termometro di questo strumento. Si sa infatti che, in seguito a modificazioni portate nello stato molecolare per l'azione del tempo e del cangiamento di temperatura, soprattutto quando queste sono considerevoli e brusche, come ciò si presenta nel caso di cui ci occupiamo, la posizione dello zero di un termometro non è variabile, di maniera che si dovrà sovente controllare questa posizione, servendosi di ghiaccio fondentesi, raramente facile a procurarsi.

Le variazioni dello zero così riconosciute, potranno essere supposte trasmesse regolarmente su tutte le altre divisioni, dimodochè sarà possibile, se non sempre facile, di correggere le letture fatte; ma allorchè la verificazione dello zero non potrà effettuarsi, l'errore intiero si trasporterà nel resultato. Uno spostamento di 0°, 3 non ha niente di normale e corrisponderà al caso delle cifre sopracitate a una media di 100 metri di variazione in altezza.

Un altro grande inconveniente dell'ipsometro si è che, per renderlo sensibile quanto il barometro, bisognerebbe che la graduazione fosse di un'ampiezza tale che l'ipsometro stesso avrebbe la stessa grandezza del barometro e perderebbe il vantaggio forse principale che lo rende preferibile al barometro.

DELLE GRADUAZIONI.

Graduazione dei termometri.

Le scale più comuni sono quelle di Réaumur, centigrade, e di Fahrenheit. Noi in questo lavoro abbiamo trascurato quella di Réaumur e qui soltanto ne diremo poche parole. Nel termometro di Réaumur e centigrado vi sono due punti, uno inferiore e superiore l'altro, e sono quelli che servono a determinare la graduazione del ghiaccio in fusione e dell'acqua in ebullizione, sotto la pressione di 760. L'intervallo è diviso in 80 parti eguali per il termometro di Réaumur e in 100 parti eguali per il termometro centigrado.

Nel termometro Fahrenheit il punto superiore che limita la graduazione si determina pure coll'ebullizione dell'acqua alla pressione di 760. Ma il punto inferiore viene determinato dalla posizione che prende la colonna di mercurio quando il termometro è immerso. I termometri

inglesi (di Negretti e Zambra, per esempio), portano la scala da 180 a 212 gradi e ogni grado diviso in decimi.

Il zero delle graduazioni di Réaumur e del centigrado corrisponde a + 32 della graduazione di Fahrenheit. Le formole che permettono di passare da una graduazione all'altra sono le seguenti:

Le lettere poste in basso alla lettera T servono ad indicare le diverse specie di graduazione:

1° Dato una temperatura in gradi Réaumur trovarla in centigradi:

$$T_c = \frac{5}{4} T_r;$$

2° Caso inverso:

$$T_r = \frac{4}{5} T_c;$$

3° Dato una temperatura in gradi Fahrenheit, trovarla in centigradi:

$$T_c = \frac{5}{9} (T_f - 32);$$

4° Caso inverso:

$$T_f = \frac{9}{5} (T_c + 32).$$

Graduazione del barometro a mercurio.

Essa è sul vetro e sul metallo; in questo caso è munita di un nonio che deve dare almeno i decimi di millimetro. In Italia ed in Francia la scala è in millimetri; in Inghilterra in pollici inglesi divisi in decimi; in Germania tanto in pollici e linee francesi quanto in millimetri; il nonio indica in generale i decimi di linea. I Tedeschi indicano i pollici mettendo due indici dopo il numero; le linee mettendone tre; 27″ 3‴, 85 si legge 27 pollici, 3 linee e 85 centesimi di linea; più sovente danno l'altezza in linee ed il numero precedente diviene 327‴, 85. Le tavole che diamo in seguito permettono facilmente di passare dal sistema metrico a quello di pollici inglesi e viceversa; abbiamo creduto inutile dar quello in pollici francesi, perchè questo sistema va in disuso in Germania.

Formule per passare da una graduazione barometrica a un'altra. Sia

P_m un numero indicante la pressione in millimetri;

P_i un numero indicante la pressione in pollici inglesi:

$$(1)\quad P_m = 25{,}29954\, P_i;$$

$$(2)\quad P_i = 0{,}03937\, P_m.$$

Le formule (1) e (2) suppongono che i pollici inglesi siano divisi in decimi, ciò che è adottato generalmente in Inghilterra per gli strumenti di fisica, mentre in altri casi si adotta la divisione duodecimale.

Graduazione degli aneroidi.

Gli aneroidi destinati a misurare le altezze portano una graduazione che varia in estensione secondo le altezze che si vogliono misurare. Più lo strumento è grande, e più grande essendo la differenza fra le pressioni estreme che deve indicare, più le divisioni potranno essere frazionate. In generale le graduazioni metriche portano scritti i centimetri e i millimetri. I millimetri vengono indicati da divisioni. Le graduazioni in pollici portano scritti i pollici; un pollice è diviso in 10 linee, e ogni linea per metà. Del rimanente queste graduazioni variano coi diversi costruttori e sono comprese dai 10 ai 31 pollici ossia dai 25 ai 78 centimetri.

Gli aneroidi portano spesso le indicazioni dello stato meteorologico, e specialmente quando sono, come nel caso nostro, strumenti di misura, hanno una seconda graduazione che porta indicata l'altezza corrispondente a una data pressione.

Graduazioni a volumi eguali.

Nell'ipsometro, ove si ha bisogno di sensibilità nelle letture, si fa una graduazione arbitraria che va dai 75 ai 100 gradi centigradi, ossia da 190 a 240 gradi Fahrenheit. Gl'intervalli devono essere divisi in decimi. Si può facilmente conoscere il valore di un grado di questa graduazione in gradi centigradi quando non fosse dato dal costruttore. Si pongono contemporaneamente il termometro a volumi eguali, e il termometro campione successivamente nel ghiaccio in fusione e nell'acqua in ebullizione. Quando si fa bollire il mercurio nel termometro a volumi eguali, esso non sale rapidamente come nell'altro, perchè quando incontra il rigonfiamento che si trova sopra il bulbo, deve riempirlo prima di continuare la sua ascensione.

Siano rispettivamente t_0 e t_f le indicazioni date dal termometro a volumi eguali, in questi due casi, cioè quando il termometro campione segna $0°$ e $100°$. Il numero di gradi centigradi contenuto nel termometro a volumi uguali sarà dato dalla formola:

$$x = \frac{100}{t_f - t_0}.$$

Basterebbe ancora tenere i due termometri successivamente a due temperature diverse, a T' e T'', essendo le temperature per il termo-

metro campione, e t' t'' per l'altro; la lunghezza del grado sarebbe data dalla formola:

$$x = \frac{T' - T''}{t' - t''}.$$

PARTE QUINTA.

CORREZIONI DEGLI STRUMENTI.

I.

Correzioni pel barometro a mercurio.

CORREZIONE DELLA TEMPERATURA.

a) — *Graduazione sul metallo.*

Le misure barometriche per essere comparabili hanno bisogno di una correzione, perchè il calore dilata il mercurio; infatti se noi compariamo due colonne barometriche aventi la medesima lunghezza, a delle temperature differenti, queste colonne non avrebbero in realtà la medesima lunghezza come se fossero alla medesima temperatura.

Quindi bisogna fare una correzione, perchè le lunghezze delle colonne barometriche siano tali come se i barometri fossero stati posti nel medesimo ambiente; per questo motivo un termometro è attaccato a ogni barometro, e vi è posto in modo che la sua temperatura indichi, per quanto sia possibile, quella del mercurio della colonna barometrica.

Misure accurate provano che indicando con 1 la lunghezza della colonna barometrica a 0°, questa lunghezza diviene 1,0156 alla temperatura dell'acqua bollente. Riguardando la dilatazione del mercurio uniforme fra 0° e 100° si ammette che la dilatazione è di 0,00018 per grado centigrado; quindi se un barometro è a $760^{mm},00$ nell'aria a zero, e che si trasporti in un ambiente a 20°, la sua altezza sarà $762^{mm},44$ senza che la pressione atmosferica sia cambiata in nulla. L'inverso avverrà egualmente se in un ambiente a 32 il barometro segna $763^{mm},90$, esso sarà soltanto a $758^{mm},03$ nell'aria a 16°.

Si può così dalle tavole ridurre la temperatura della colonna mercuriale a un'altra temperatura qualunque, ma in generale si riduce alla temperatura del ghiaccio in fusione, ossia a zero della scala centigrada.

La scala graduata che accompagna il tubo barometrico cambia essa pure di lunghezza secondo la temperatura, essa è più lunga nelle alte temperature che nelle basse, e allora la misura di un intervallo è espressa da un numero più piccolo che durante il freddo. Così, mentre il calore allunga la colonna mercuriale, la scala dilatandosi distrugge una parte di quell'effetto. Se il mercurio e l'ottone si dilatassero egualmente, questi due effetti si distruggerebbero reciprocamente, e la correzione sarebbe nulla; ma non è così. Quando la scala è in ottone, ciò che è il caso più comune, la sua dilatazione non è che circa un decimo di quella del mercurio. Da un'altra parte se si è liberi di ridurre la colonna mercuriale in una temperatura qualunque, non è lo stesso per la scala. Così i millimetri di una scala non sono rigorosamente dei millimetri che a zero.

La formula che dà la correzione, trascurando la dilatazione del vetro (tenuta però a calcolo nella tavola *A*), è facile trovarla; sia.

h l'altezza barometrica letta:
D la dilatazione del mercurio;
d la dilatazione dell'ottone;
t la temperatura;
h_1 l'altezza corretta,

si avrà:

$$(1)\ h_1 = h\,(1 \mp dt)\,(1 \pm Dt).$$

Sviluppando e trascurando il termine $D\,d\,t^2$, avremo:

$$(2)\ h_1 = h \times [1 \mp (D - d)\,t].$$

Prendendo:

$$D = 0{,}00018018$$
$$d = 0{,}00001859,$$

si avrà:

$$(3)\ h_1 = h \pm 0{,}0001615\ ht.$$

Si userà il segno superiore se la temperatura è minore di zero, e l'altro se è maggiore di zero.

b) — *Graduazione sul vetro.*

Se invece di avere la graduazione sul metallo, come, per esempio, nei barometri Fortin, si ha la divisione sul vetro, come nel barometro portatile, allora il vetro dilatandosi differentemente dal metallo (ottone, ecc.), la correzione da farsi sarà diversa. Sarà quindi utile vedere quale sia la differenza di dilatazione delle due graduazioni.

della freccia del menisco. Per fare la correzione bisogna quindi determinare questi due elementi.

Se l'artefice non ha avuto cura di misurare esattamente il diametro interno, si può dedurlo dal diametro esterno; si misura prima il diametro esterno per mezzo di un compasso a grossezza, e sottraendo da questo diametro $2^{mm},3$ per i tubi di 8 a 10^{mm} di diametro esterno, e $2^{mm},5$ quelli di 10 a 12^{mm} di diametro esterno, si ha in modo molto approssimativo il diametro interno del tubo. Per conoscere la lunghezza della freccia del menisco, si pone il cursore che dà la graduazione in modo che il suo bordo sia tangente alla sommità del menisco; si nota il punto della scala corrispondente, poi si abbassa il cursore fino a che il bordo coincida colla base del menisco; si nota egualmente il punto della scala. Ripetendo quest'operazione dieci o venti volte di seguito si ottiene per la lunghezza della freccia un valore medio che è di un'esattezza sufficientissima. Conoscendo il raggio del tubo e la lunghezza della freccia del menisco, è facile di sapere quale è la depressione capillare corrispondente facendo uso della tavola V per le graduazioni metriche. Così, sia il raggio del tubo eguale a 4^{mm} e la freccia del menisco di $0^{mm},8$. Cerco nella prima colonna 4,0 e nella prima linea orizzontale 0,8. Al punto d'incontro della colonna verticale, che corrisponde al raggio del tubo con la linea orizzontale che corrisponde alla freccia, è il numero 0,45. Bisogna dunque aggiungere alla colonna barometrica $0^{mm},45$ per correggere l'errore della depressione capillare commesso sulla lettura, e avere esattamente il peso della colonna atmosferica.

Bravais ha fatto vedere (1) che si poteva calcolare la depressione capillare in funzione dell'angolo d'incidenza del menisco sopra il vetro e del raggio del tubo barometrico. La tavola che ha costruito colla sua formula differisce pochissimo da quella che diamo (Tavola *C*), e che il Delcros ha calcolato con le formole dello Schleiermacher.

Prima di fare una lettura col barometro a mercurio, causa della capillarità, per quando ci si è messi sulla verticale, bisogna scuoterlo leggermente, affinchè il menisco del mercurio prenda la sua curvatura normale. Infatti, quanto il mercurio si abbassa nel barometro, lascia sulle pareti un velo che influisce sulle forze capillari, e quindi modifica il menisco. Per cause analoghe il menisco si deforma quando il mercurio si alza.

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3ª serie, 1842, t. V, pag. 492.

(2) *Smithsonian Reports*, 1868, pagina 350, estratto dai *Proceedings of the Royal Society* di Londra, mancanti nelle biblioteche di Roma avanti l'annata 1873.

CORREZIONI PER IL BAROMETRO ANEROIDE.

Il signor Stewart ha fatto uno studio completo delle correzioni da farsi agli aneroidi, e di esso diamo un breve riassunto.

Le cause che possono alterare un aneroide sono le seguenti: 1° il tempo, 2° la temperatura, 3° i subitanei cambiamenti di pressione. Sopra il tempo mancano esperienze ben definite. La temperatura non altera le indicazioni del barometro, quando la correzione relativa è fatta da un fabbricante capace, e che lo strumento sia di grandi dimensioni; le correzioni da farsi in seguito divengono piccole.

Relativamente alla pressione, quando un aneroide corretto avanti è adoperato in una ascensione, esso sarà corretto tollerabilmente per un abbassamento di pressione di 150 millimetri circa.

Un aneroide piccolo (di circa 5 centimetri) darà probabilmente letture inesatte per una differenza di 100^{mm} circa di pressione. Un aneroide grande è molto più probabile che sia esatto di uno piccolo. Il grado di esattezza di uno strumento adoperato in ascensione di montagne può essere accresciuto con una verificazione preliminare e costruendo una tavola di correzioni.

Se un aneroide è rimasto qualche tempo alla sommità di una montagna e si suppone corretto alla partenza, allora darà buoni risultati per un aumento di pressione di circa otto pollici (200 millimetri circa).

Anche in questo caso un aneroide grande è più probabile sia più corretto di uno piccolo.

Se un aneroide è stato verificato preventivamente, darà più facilmente buoni risultati.

Dopo essere stato sottomesso a subitanei cambiamenti di pressione, lo zero di un aneroide cambia gradatamente, e quindi per tali motivi deve essere usato come uno strumento differenziale e non come uno strumento assoluto, cioè a dire adoperato per determinare la distanza salita, correggendolo prima di salire, o per conoscere la distanza scesa, correggendolo prima di scendere; s'intende che lo strumento deve stare qualche tempo in riposo prima di esporlo ad un cambiamento di pressione.

È dunque necessario di confrontare almeno alla partenza un aneroide con un barometro campione (1). Questo confronto si può fare per le basse pressioni portando i due strumenti ad altezze sufficienti, e no-

(1) L'Inghilterra, la Francia, ecc., hanno un barometro campione. In Italia manca; vi sono però quattro direzioni di meteorologia.

tando le variazioni della scala dell'aneroide rispetto a quella del campione, ovvero sottoponendo i due strumenti a pressioni basse ottenute colla macchina pneumatica; operazioni per le quali, ben inteso, si devo ricorrere a un gabinetto di fisica.

Siccome si suppone l'aneroide compensato per la temperatura, e quindi dà le indicazioni ridotte a zero, per potere confrontare le stesse con quelle date dal barometro campione, bisognerà ridurre queste a zero. (Vedi sopra).

Oltre l'errore che altera definitivamente la scala dell'aneroide, vi è un'altra causa che condurrebbe in errore se non si aspettasse un poco a fare una lettura nello strumento in una data pressione. E questo è dovuto alla pigrizia che ha il metallo a prendere la posizione che dovrebbe avere se la sua elasticità fosse perfetta.

Trascurando cotesta avvertenza, si possono avere errori di due millimetri per ogni 1000 metri di differenza.

CORREZIONI PER L'IPSÒMETRO E IN GENERALE PER I TERMOMETRI.

Le alterazioni che avvengono nei termometri si riducono, al punto di vista della lettura, allo spostamento dello zero. Secondo Regnault, una differenza di meno di un ventesimo di grado nella valutazione della temperatura di ebollizione corrisponde, in media generale, ad una differenza di altezza di un millimetro nella colonna barometrica. L'errore commesso è una quantità dell'ordine dell'incertezza che presenta nello stato attuale della scienza il termometro il più perfetto.

Un viaggiatore il quale dovrà fare letture termometriche sia per conoscere la temperatura dell'aria, sia per fare osservazioni barometriche o ipsometriche, potrà difficilmente correggere, in viaggio, l'errore dovuto allo spostamento dello zero, poichè dovrebbe: 1° determinare la temperatura di ebollizione al livello del mare; 2° lo zero corrispondente alla fusione del ghiaccio.

In molte latitudini sarà difficile al viaggiatore procurarsi del ghiaccio; se vuole avere la temperatura di ebollizione al livello del mare, dovrà conoscere l'altezza su di esso dalla stazione in cui si trova.

Però il viaggiatore farà bene a determinare la temperatura di ebollizione nei luoghi di cui conoscerà esattamente l'altezza sul livello del mare, e, quando potrà, la temperatura di fusione del ghiaccio.

Queste osservazioni serviranno, al suo ritorno, per correggere le letture del termometro eseguite durante il viaggio nei modi indicati nei trattati di fisica, e specialmente in varie memorie di Regnault, a cui particolarmente rimandiamo il lettore che desiderasse più estese notizie.

RIDUZIONE DEL BAROMETRO AL LIVELLO DEL MARE.

Questa riduzione ha importanza specialmente nelle osservazioni meteorologiche, ed un viaggiatore, volendo conoscere l'altezza approssimata di una stazione sul livello del mare, la potrà avere approssimativamente dalle tavole che abbiamo dato.

La riduzione a livello del mare è data da tavole ove la latitudine è supposta di 45°. Si suppone inoltre che le altezze barometriche dipendono solo dalla latitudine, mentre variano, benchè in minor grado, anche colla longitudine. Le più comuni poi sono calcolate con la formula di Laplace, della quale abbiamo visto i difetti. Neppure le formule date da altri rappresentano lo stato approssimato dell'atmosfera, e quindi si può affermare che la superficie di livello barometrico medio generalmente adottata è una superficie puramente teorica, e che non rappresenta, neanche in un dato punto della terra, l'altezza media del barometro. Le tavole quindi di riduzione non possono con molta esattezza far conoscere l'altezza d'una stazione sul livello del mare. Basta perciò scorrere il quadro seguente, ove si vede, per esempio, che l'altezza media del barometro al livello del mare è in media a Godthaab $751^{mm},94$, e a Tripoli $767^{mm},41$, ciò che dà una differenza di oltre 15^{mm}; differenza notevole se si osserva che presso la terra un millimetro di pressione corrisponde a circa 10 metri d'altezza.

In ogni modo, prima d'intraprendere un viaggio, potrà con grande utilità, ricorrendo a lavori speciali, determinare l'altezza media del barometro al livello del mare, sulle coste prossime alle regioni che è suo scopo visitare.

Avviene talora che essendo ad una stazione ove il barometro (ridotto a 0°) segna h e la temperatura dell'aria segna T', si voglia avere la temperatura media approssimata T al livello del mare, si potrà allora adoperare la formula:

$$T = T' + 8\,\frac{760 - h}{100},$$

la quale del resto dà spesso risultati incerti.

La media pressione atmosferica al livello del mare è in Italia in media di circa millimetri 762.

La tavola seguente permetterà al lettore di farsi idea chiara della differenza della pressione barometrica media al livello del mare in vari paesi di cui sopra abbiamo tenuto parola.

Altezza media del barometro a livello del mare secondo Schouw e Poggendorf (1).

LOCALITÀ	LATITUDINE	ALTEZZA DEL BAROMETRO A LIVELLO DEL MARE A 0°	
		senza la correzione della gravità	con la correzione della gravità
		mm.	mm.
Capo	33° S.	763 01	762 20
Rio Janeiro	23	4 03	2 65
Christianborg	5 30' N.	0 10	758 16
La Guayra	10	0 17	8 32
San Tommaso	19	0 51	8 95
Macao	23	2 99	761 61
Teneriffa	28	4 21	3 10
Madera	32 30	5 18	4 34
Tripoli	33	7 41	1 60
Palermo	38	2 95	2 47
Napoli	41	2 33	2 06
Firenze	43 30	1 94	1 81
Avignone	44	2 02	1 95
Bologna	44 30	2 18	2 13
Padova	45	2 18	2 18
Parigi	49	1 41	1 68
Londra	51 30	0 96	1 41
Altona	53 30	0 42	1 01
Danzica	54 30	0 10	0 76
Conisberga	54 30	0 49	1 14
Apenrade	55	759 58	0 71
Edimburgo	56	8 25	759 00
Cristiania	60	8 64	9 63
Hardanger	60	6 94	7 04
Bergen	60	7 01	8 00
Reikiavig	64	2 00	3 20
Godthaab	64	1 94	3 13
Eyafiord	66	3 58	4 89
Godhaven	68	3 76	5 16
Upenavik	63	5 18	6 80
Isola Melville	74 30	7 08	8 75
Spitzberg	75 30	6 76	8 48

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, 1836, t. II, pag. 573.

II.

Formole per la misura delle altezze.

Nelle pagine che seguono daremo alcuni modi semplici per ottenere la differenza di altezza di due stazioni col barometro a mercurio, coll'aneroide e coll'ipsometro. Supporremo di avere un barometro a mercurio a scala metallica, fornito del termometro destinato a dare la temperatura del mercurio. Se questo termometro mancasse, bisognerà ammettere che il mercurio abbia la temperatura dell'ambiente. Abbiamo omesso la correzione della capillarità, relativa solo ai barometri a mercurio; essa va fatta, se si può, prima di ogni altra, e per valutarla rimandiamo a pag. 162.

a) *Formola di Shuckburgh, detta di Babinet.*

La formola è la seguente:

$$D = 16{,}000 \frac{H-h}{H+h} [1 + 0{,}002 (T + T')],$$

ove H è l'altezza del mercurio alla stazione inferiore ridotta a 0,
h l'altezza del mercurio alla stazione superiore ridotta a 0,
T la temperatura dell'aria alla stazione inferiore,
T' la temperatura dell'aria alla stazione superiore,
t la temperatura del mercurio alla stazione inferiore,
t' la temperatura del mercurio alla stazione superiore,
D la differenza di altezza delle due stazioni.

Esempio: Il 29 agosto 1844 Bravais e Martins hanno osservato:

Altezza barometrica al Monte Bianco	424,05	$T = -7{,}6$	$t = 18°\,6$
Altezza barometrica a Ginevra . . .	729,65	$T' = 19{,}3$	$t' = -4°\,2$

Riduciamo a 0 queste altezze per mezzo della tavola *A*:

Monte Bianco

Altezza osservata			424,05
Correz. addit.	per — 4°	0,274	
	per — 0° 2	0,0137	
		0,287	0,29
		$h =$	424,34

Ginevra

Altezza osservata			729,65
Correz. sottr.	per 10° . .	1,18	
	per 8° . .	0,943	
	per 0,6 . .	0,0707	
		2,1937	2,19
			727,46

Quindi:

$$D = 16{,}000\,\frac{727{,}46 - 424{,}34}{727{,}46 + 424{,}34}\,[1 + 0{,}002\,(19{,}3 - 7{,}6)] = \mathbf{4308}.$$

Se si cerca ora l'altezza, adoperando la formola completa di Laplace, si troverebbe **4406^m 9**, e quindi vi sarebbe una differenza di 100 metri circa in più sopra il risultato precedente. D'altra parte è stato osservato che l'errore della formola di Laplace (1), fra i quattro e i cinque mila metri, può salire da 1 metro a 4 metri circa, quando però si ripetono osservazioni contemporanee alle due stazioni, altrimenti può salire a 30 o 40 metri. Si vede quindi che la formola di Shuckburgh dà risultati poco accettabili; essa infatti serve assai bene per altezze di 2000 metri circa. Il seguente esempio, tolto da Humboldt, si riferisce ad osservazioni fatte al Perù sulla spiaggia dell'Oceano. Si osservò:

$$H = 763^{m}\,15 \quad h = 600{,}95 \quad T = t = 25^{\circ}\,3 \quad T' = t' = 21^{\circ}\,3.$$

L'altezza dedotta colla formola completa è $2084^{m}\,5$. Quella data dalla formola approssimativa è 2079 metri; risulta dunque un errore di $5^{m}\,5$ sopra una differenza di livello di più di 2000 metri, errore che diminuirebbe rapidamente per altezze meno grandi, ma che al contrario aumenterebbe molto con queste. Così un'altezza del Chimborazo, calcolata nei due modi, ha dato i due risultati 5868 e 5700 con un errore di 168 metri.

b) *Formola del conte di Saint-Robert.*

Il conte di Saint-Robert ha dato la seguente semplice formola:

$$D = 58{,}80\,\frac{H - h}{\dfrac{H}{274^{\circ} + T} + \dfrac{h}{274^{\circ} + T'}}.$$

In questa formola sono:

D la differenza di livello cercato fra le due stazioni in metri;

H l'altezza in metri e ridotta a zero della colonna barometrica letta alla stazione inferiore;

h l'altezza in metri e ridotta a zero della colonna barometrica letta alla stazione superiore;

T la temperatura in centigradi alla stazione inferiore;

(1) Vedi *Annuaire du bureau des longitudes*, 1875, pag. 328 (e annate precedenti).

T' la temperatura in centigradi alla stazione superiore;
58,80 un coefficiente numerico;
274° la temperatura assoluta sotto zero dello spazio celeste.

Prendiamo qui pure l'esempio del Monte Bianco:

Stazione superiore (Monte Bianco)		Stazione inferiore (Ginevra)	
Altezza barometrica osservata	424,05	Altezza barometrica osservata	729,65
Riduzione a 0 (additiva) .	0,29	Riduzione a 0 (sottrattiva)	2,19
Altezza ridotta . . . $h =$	424,34	Altezza ridotta . . . $H =$	727,46
Si ha inoltre $T' = -7°\ 6$.		Si ha inoltre $T = 19°\ 3$.	

La formola, fatti i calcoli, dà:

$$D = \mathbf{4375^m\ 9}.$$

Si vede che la differenza dell'altezza **4406^m 9**, data dalla formola completa di Laplace, è di 31 metri.

c) *Tavole grafiche che danno l'altezza di una stazione sopra il livello medio del mare, conoscendo l'altezza del barometro e la temperatura dell'aria a quella stazione.*

Il conte Saint-Robert colla formola precedente ha costruito delle tavole grafiche (tav. II, III, IV), le quali risolvono con approssimazione sufficiente questo problema.

La semplice ispezione delle tavole grafiche mostra il modo di servirsene, che indicheremo brevemente applicandolo, come precedentemente, alla determinazione della differenza di altezza fra il Monte Bianco e Ginevra.

	Stazione superiore (Monte Bianco)	Stezione inferiore (Ginevra)
Altezza barometrica osservata.	424,05	729,65
Temperatura del barometro	— 4° 2	18° 6
Temperatura dell'aria	— 7° 6	19° 3

Dapprima si riducono a 0 le altezze barometriche, conoscendo la temperatura del barometro, per mezzo della tavola *A*. Si è visto che si ha:

Altezza barometrica ridotta sul Monte Bianco 424,34
Altezza barometrica ridotta a Ginevra 727,46

1. *Altitudine del Monte Bianco.*

Si cerchi nella tavola III la linea orizzontale indicata 42, che corrisponde a 420. Si prenda 4,34 al disopra di essa, osservando 1° che ogni unità avanti alla virgola, ossia qui ognuna delle quattro unità, corrisponde a una riga sottile orizzontale: 2° che la parte decimale 0,34 si prende facilmente con approssimazione fra la riga 424 e 425. Si potrà così determinare la linea orizzontale che corrisponde all'altezza 424,34. In modo analogo si opera per la temperatura — 7° 65, e si determina la linea verticale che ad essa corrisponde. Il punto di intersezione di queste due linee cade fra la linea obliqua segnata 4600 e quella segnata 4800, distante da quest'ultima di un quarto circa della distanza che la separa dall'altra. Da 4800 dovrò quindi togliere:

$$\frac{1}{4}(4800 - 4600) = \frac{1}{4} 200 = 50.$$

L'altezza del Monte Bianco sarebbe quindi **4750** metri sul livello medio del mare.

2. *Altitudine di Ginevra.*

Operando in modo analogo, si troverebbe per l'altitudine di Ginevra sul livello medio del mare 388 metri.

Gioverà ora confrontare questi risultati con quelli dati dalla formola completa di Laplace per le altitudini del Monte Bianco e Ginevra:

	Formola di Laplace	Tavola di Saint-Robert	Differenza
Monte Bianco	4814,9	4750,0	65,9
Ginevra	408,0	388,0	20,0
Monte Bianco sopra Ginevra . . .	4406,9	4362,0	45,9

Rammentiamo qui che le altezze del Monte Bianco, calcolate colla formola completa di Laplace sul livello del mare o sopra Ginevra, possono presentare nel primo caso differenze di 30 o 40 metri, e nel secondo di 20 a 30 metri; per cui le tavole, in questo esempio, come avverrebbe anche per altri, danno un'approssimazione abbastanza grande.

d) *Formole generali di Laplace ridotte da Radau.*

Il Radau, servendosi di tutti i risultati sperimentali, tenendo conto delle variazioni costanti indipendenti dalla formola di Laplace, ha ridotto questa e ha dato delle tavole numeriche un poco più lunghe delle precedenti, ma assai esatte.

Senza entrare in lunghe spiegazioni, descriveremo soltanto le tavole e mostreremo il modo di servirsene.

La prima tavola (tav. *D*) è composta di tre colonne, la prima delle quali *A* contiene le altezze barometriche ridotte a 0, la seconda *B* le altitudini approssimate, la terza la differenza fra due successive di queste ultime.

La seconda tavola (tav. *E*) contiene due colonne, la prima delle quali dà la latitudine, la seconda una correzione di cui ora indicheremo l'uso.

Prendiamo l'esempio precedente.

Riduciamo a 0 le altezze osservate per mezzo della tavola *A*. Si troverà:

Altezza barometrica sul Monte Bianco . . . . . 424,34 Temperatura dell'aria $T' = -7°\,6$
Altezza barometrica a Ginevra . . . . 727,46 Temperatura dell'aria $T = 19,\,3$
Latitudine media 46°.

La tavola *D* si adopera nel modo seguente:

Si cercano i numeri *A* corrispondenti alla parte intera dei numeri *B*, e ci si sottrae da ciascuno il prodotto della sua parte frazionaria (di millimetri) per la differenza fra i due numeri *A* corrispondenti ai due numeri *B* che comprendono il numero dato; così si avrà in questo caso:

Per $B = 424,34$ $\quad A = 4662,3 - 0,34 \times 18,8 = 4655,9$
Per $B' = 727,46$ $\quad A' = 354,4 - 0,46 \times 11 = 349,3$
Differenza 4306,6

Si prenda la somma $T + T' = 11,7$.

A questa somma va aggiunta la cifra che si trova nella colonna seconda della tavola *E*, di fronte alla latitudine 46° del luogo di osservazione. Per questo caso si trova che vi è da aggiungere 0,0, per cui si ha sempre 11,7. Si moltiplica ora questa somma per l'altezza approssimata già trovata e per il coefficiente costante 0,002; la cifra così ottenuta si aggiunge a questa altezza. Si ha così:

$$0,002 \times 11,7 \times 4306,6 = 100,7$$
$$4306,6$$
$$\mathbf{4407,3}$$

Questa cifra dà l'altitudine del Monte Bianco al disopra di Ginevra.

La differenza coll'altezza esatta, che è **4406^m 9**, è di 0^m 4. Questa approssimazione così grande è dovuta al caso; ma in generale, come già si è detto, l'errore può essere di 30 o 40 metri in più od in meno.

Se si suppone che si voglia con queste tavole dedurre l'altezza del Monte Bianco sul livello del mare, si può dapprima, per mezzo della formola data a pag. 166, dedurre quale sia a quel livello la temperatura media T dell'aria. Supponendo quindi che la pressione al mare sia 760 e la latitudine sempre compresa fra 44° e 46°, si avrebbe:

Altezza barometrica ridotta sul Monte Bianco . . . . $h = 424,34$ al mare 760
Temperatura ridotta sul Monte Bianco . . . . $T' = -7°\,6$ al mare $T = 19,25$

Si trova:

1ª approssimazione	4655,9
Correzione 0,002 × 11,65 × 4655,9	108,5
2ª approssimazione	4764,4

Togliendo l'altezza di Ginevra sul livello del mare, cioè 408 metri, si ha **4356,4**, ossia si ha un errore di circa 50 metri in meno, di fronte all'altezza data dalla formola completa di Laplace.

e) *Formole e tavole per gli ipsometri.*

§ 25. Quando si fanno le osservazioni con gli ipsometri, si hanno le temperature di ebollizione.

Per mezzo della tavola di Regnault, corretta dal Moritz (tav. *F*), si hanno le altezze barometriche *ridotte a zero* corrispondenti a queste temperature. Si procede quindi come nel caso precedente.

§ 26. Sono state ancora costruite, da Radau e da altri, delle tavole che danno direttamente l'altitudine d'una stazione quando si conosce la temperatura di ebollizione.

§ 27. Il Forbes in seguito a numerose comparazioni di temperature di ebollizione a diverse altezze, calcolate per mezzo del barometro a mercurio, ha riconosciuto che la differenza D di due stazioni è sensibilmente proporzionale alla differenza t delle temperature di ebollizione a queste due stazioni, dimodochè si ha

$$D = mt.$$

Il signor Soret ha cercato fino a qual punto questa formola dà dei risultati concordanti con quelli della formola di Laplace per valori corrispondenti della pressione e della temperatura di ebollizione dati

dalla tavola di Regnault. Secondo il Soret, facendo $m = 295$, se le temperature sono comprese fra i limiti 1° e 90°, l'errore può salire a 24 metri; nel caso più sfavorevole può essere anche solo di 1 metro. Egli aggiunge che la formola

$$D = 295\ t$$

potrà essere impiegata quando non si ha bisogno di una grande esattezza.

Paragoniamo ora questi diversi metodi ipsometrici applicandoli alla misura dall'altitudine di Digsà (lat. 15°) presa dal d'Abbadie il 26 marzo 1840.

Siccome il Radau ha calcolato le sue tavole ipsometriche colle tavole di Regnault non corrette dal Moritz, aggiungeremo il valore delle altitudini che si otterrebbe ricorrendo anche a queste:

1° Altitudine di Digsa colle tavole ipsometriche di Radau . . . 2272
2° Altitudine di Digsa colla tavola di Regnault e la tavola della formola barometrica di Radau 2157
3° Altitudine di Digsa colla tavola di Regnault corretta da Moritz, la formola e le tavole barometriche di Radau 2195
4° Altitudine di Digsa colla formola di Soret (temperatura di ebollizione al livello del mare, 100). 2068

Intorno a questi risultati osserveremo:

a) Che le tavole ipsometriche di Radau essendo costruite colla formola che ha servito per le sue tavole barometriche e colla tavola di Regnault, i risultati 1° e 2° dovrebbero essere eguali; essi invece differiscono per la notevole distanza 115 metri, quindi le tavole ipsometriche di Radau non possono tenersi come molto esatte;

b) Che le formole di Soret danno risultati che differiscono dal risultato 3° (il quale devesi riguardare come il più approssimato) da 100 a 150 metri circa.

Le cause di queste differenze consistono in ciò, che nelle formole che i diversi autori hanno adoperato per calcolare le diverse tavole da essi pubblicate hanno introdotto nei coefficienti le correzioni dovute a lunga serie di osservazioni barometriche ed anche trigonometriche, come nella formola di Laplace; ma queste correzioni hanno valore fino a una certa distanza della regione ove furono fatte le osservazioni, al di là andrebbero fatte nuove correzioni.

Di qui risulta chiaramente che la determinazione delle altitudini per mezzo dei barometri a mercurio, degli aneroidi e degli ipsometri, non può dar cifre molto esatte, specialmente fuori d'Europa. Ma il viaggiatore deve riflettere che volendo avere l'altezza di una montagna

quando si è in regioni poco esplorate e lontani dalle coste, è impossibile pensare a triangolazioni.

Il viaggiatore si preoccuperà quindi di fare le letture dei suoi strumenti nel modo il più esatto possibile. Le formole e le tavole che abbiamo dato gli daranno dei risultati approssimati. Quando avrà agio di farlo, confronterà i suoi strumenti con degli strumenti campioni, per rettificare le graduazioni; quindi confronterà i dati da lui trovati con quelli già ottenuti dalla scienza, relativamente alle condizioni termometriche e ipsometriche nelle regioni da lui visitate, e sulle coste dei mari a queste vicine.

A schiarimento di quanto si è detto sopra l'uso delle tavole e i modi di fare i calcoli osserveremo:

1° Che se si fanno le osservazioni col barometro a mercurio, si dovrà cominciare da ridurre a 0° le altezze barometriche;

2° Che se si fanno le osservazioni col barometro aneroide, la riduzione a zero va ommessa, perchè l'aneroide è già corretto per la temperatura;

3° Che se si fanno le osservazioni coll'ipsometro, la riduzione a zero va ommessa, perchè la tavola di Regnault dà la temperatura di ebollizione, corrispondente all' altezza barometrica ridotta a zero, e viceversa.

III.

Misure delle altezze colla velocità del suono.

Accade talora, specialmente nelle regioni molto alpestri, che si abbiano da misurare altezze piuttosto considerevoli di pareti di montagne o ghiacciai. Si può avere approssimativamente l' altezza richiesta e, calcolando l'intervallo di tempo compreso fra il momento in cui si getta un oggetto, come una pietra, e il momento in cui si ode il rumore della caduta, mediante la formola

$$(a)\quad \text{tang}\ \theta = \sqrt{\frac{2\,n\,g}{p}}\quad e = 2\,\frac{p^2}{g}\,\frac{\text{sen}^4\,\frac{1}{2}\,\theta}{\cos^2\theta},$$

ove g è la gravità terrestre $9^m\,81$, $p = 340$ metri, velocità media del suono al secondo, e n l'intervallo di tempo in secondi. Tale metodo non dà che una misura grossolana, poichè si trascurano la resistenza dell'aria, le condizioni variabili del suo stato e il peso, la densità e la forma dell'oggetto lanciato. Si può anche adoperare la formola

$$(b)\quad e = \frac{170\ n^2}{34 + n},$$

ove n è il tempo in secondi, ed e lo spazio percorso (1). Può però essere utile quando non si può ricorrere ad altri modi. Così il Whymper (2) racconta che in una delle sue ascensioni del monte Cervino gettò dal colle Leone una bottiglia sul ghiacciaio di Tiefenmatten, che si vedeva sotto a picco, e vi vollero 12 secondi circa prima che sentisse il rumore della caduta; l'altezza quindi del colle del Leone sopra il ghiacciaio sottoposto era di 550 metri circa. Con la formola (a) è costituita la seguente tavola:

Secondi	Metri	Secondi	Metri	Secondi	Metri	Secondi	Metri
1″ 4	10	4″ 27	80	9″ 5	350	14″ 0	700
2 08	20	4 55	90	10 2	400	14 3	750
2 55	30	4 8	100	10 9	450	15 1	800
2 97	40	6 0	150	11 6	500	15 7	850
3 34	50	7 0	200	12 2	550	16 2	900
3 67	60	7 9	250	12 8	600	16 7	950
3 98	70	8 7	300	13 3	650	17 2	1000

IV.

Norme da seguirsi nel fare le osservazioni.

Le osservazioni, e specialmente quelle in cui si adopera il barometro a mercurio e l'ipsometro, vanno fatte, per quanto è possibile, in luogo riparato dai raggi diretti e riflessi del sole, e non esposti a repentine variazioni di temperatura, e si aspetterà prima di far le letture che abbiano raggiunta la temperatura dell'ambiente. Si preferirà un giorno ove non siano troppo forti le perturbazioni atmosferiche. I termometri devono essere sospesi il più possibile lontani dal suolo e da pareti o da altri oggetti che colla loro irradiazione possono esser causa

(1) Le formole approssimate qui date differiscono dalla formola generale quanto più n e p crescono. Nei casi pratici la differenza è trascurabile, come risulta dal seguente confronto. Supponiamo $e = 1000$.

La formola completa, supposto un corpo sferico di 1 kg. di peso e avente 3 per densità, dà $n = 17'' \; 93$,
la formola (a) dà $n = 17'' \; 2$,
la formola (b) dà $n = 17'' \; 4$.

(2) *Escalades dans les Alpes* — Paris, 1873; 1 vol. in-8°, pag. 90.

d'errori. I risultati saranno tanto più esatti se si fanno osservazioni in due stazioni, quanto minore sarà la loro distanza orizzontale (la quale, secondo Rühlmann, non deve oltrepassare 45 chilometri), e quanto meno le due stazioni siano chiuse fra delle valli. Si deve cercare, per quanto sia possibile, che le osservazioni siano fatte contemporaneamente alle due stazioni. Quando si hanno diversi strumenti dello stesso genere, si possono adoperare alle due stazioni.

Diamo ora il quadro riassunto delle diverse operazioni da farsi cogli strumenti.

Barometro semplice.

Osservazioni.

Stazione inferiore. — Costruzione del barometro — Aggiustamento dello zero.

Letture. — Pressione del barometro — Temperatura del termometro del barometro — Temperatura dell'aria — Altezza del menisco.

Stazione superiore. — Stesse operazioni della stazione inferiore.

Calcoli.

Correzioni. — Correzione per la capillarità (*Vedi tav. C*).

Riduzione a 0° (*Vedi tav. A* o *B*).

NB. Quando si son fatte esperienze varie e precise, si adopereranno poi le tavole *D* ed *E*. Quando si è fatta una sola lettura a ciascuna stazione, in cattive condizioni, si adopereranno le tav. II, III, IV, o una delle formole semplici date nel testo.

Barometro di precisione.

Osservazioni.

Assicurarsi che non sia entrata aria nella canna.

Mettere in posizione lo zero.

Il resto come nel barometro portatile.

Calcoli. — C. s.

Barometro aneroide.

Osservazioni.

Scuotere lo strumento prima di ogni lettura e non farla in ogni stazione se non dopo qualche tempo esservi giunto.

Lettura della scala alle due stazioni.

Calcoli.

Come nel barometro a mercurio, riguardando le altezze barometriche osservate come ridotte a zero.

IPSOMETRO.

Osservazioni.

Far bollire l'acqua nell'ipsometro.
Immergere il termometro nel vapore.
Leggere ad ogni stazione il punto di ebullizione.
Leggere la temperatura dell'aria.

Calcoli.

Trovare le pressioni barometriche ridotte a zero di temperatura per mezzo della tavola *F*. Il resto come nel barometro a mercurio.

Correzione da applicarsi alla lettura dei barometri con scale di ottone (millimetri) estesa dalla vasca al vertice della colonna del mercurio e destinata a ridurre le osservazioni a 0° centigradi.

Tavola A.

Altezza del barometro	Dilatazione della colonna barometrica								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
400	0,065	0,129	0,194	0,258	0,323	0,387	0,452	0,516	0,581
05	0,065	0,131	0,196	0,261	0,327	0,392	0,457	0,523	0,588
10	0,066	0,132	0,198	0,265	0,331	0,397	0,463	0,529	0,596
15	0,067	0,134	0,201	0,268	0,335	0,402	0,469	0,536	0,603
20	0,068	0,136	0,203	0,271	0,339	0,407	0,474	0,542	0,610
25	0,068	0,137	0,206	0,274	0,343	0,411	0,480	0,549	0,617
30	0,069	0,139	0,208	0,278	0,347	0,416	0,486	0,555	0,625
35	0,070	0,140	0,211	0,281	0,351	0,421	0,491	0,562	0,632
40	0,071	0,142	0,213	0,284	0,355	0,426	0,497	0,568	0,639
45	0,072	0,144	0,215	0,287	0,359	0,431	0,503	0,574	0,646
50	0,073	0,145	0,218	0,290	0,363	0,436	0,508	0,581	0,654
55	0,073	0,147	0,220	0,294	0,367	0,441	0,514	0,587	0,661
60	0,074	0,148	0,223	0,297	0,371	0,445	0,520	0,594	0,668
65	0,075	0,150	0,225	0,300	0,375	0,450	0,525	0,600	0,675
70	0,075	0,152	0,228	0,303	0,379	0,455	0,531	0,607	0,683
75	0,077	0,153	0,230	0,307	0,383	0,460	0,537	0,613	0,690
80	0,077	0,155	0,232	0,310	0,387	0,465	0,542	0,620	0,697
85	0,078	0,156	0,235	0,313	0,391	0,470	0,548	0,626	0,704
90	0,079	0,158	0,237	0,316	0,395	0,474	0,554	0,633	0,712
95	0,080	0,160	0,240	0,319	0,399	0,479	0,559	0,639	0,719
500	0,081	0,161	0,242	0,323	0,403	0,484	0,565	0,646	0,726
05	0,081	0,163	0,244	0,328	0,407	0,489	0,570	0,652	0,734
10	0,082	0,165	0,247	0,329	0,412	0,494	0,576	0,658	0,741
15	0,083	0,166	0,249	0,332	0,416	0,499	0,582	0,665	0,748
20	0,084	0,168	0,252	0,336	0,420	0,504	0,587	0,671	0,755
25	0,085	0,169	0,254	0,339	0,424	0,508	0,593	0,678	0,763
530	0,085	0,171	0,257	0,342	0,428	0,513	0,599	0,684	0,770

Correzione da applicarsi alla lettura dei barometri con scale di ottone (millimetri) estesa dalla vasca al vertice della colonna del mercurio e destinata a ridurre le osservazioni a 0° centigradi.

Segue la Tavola A.

Altezza del barometro	Dilatazione della colonna barometrica								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
535	0,086	0,173	0,259	0,345	0,432	0,518	0,604	0,691	0,777
40	0,087	0,174	0,261	0,349	0,436	0,523	0,610	0,699	0,784
45	0,088	0,176	0,264	0,352	0,440	0,528	0,616	0,704	0,792
50	0,089	0,177	0,266	0,355	0,444	0,533	0,621	0,710	0,799
55 . . . ,	0,090	0,179	0,269	0,358	0,448	0,537	0,627	0,717	0,806
60	0,090	0,181	0,271	0,361	0,452	0,542	0,633	0,723	0,813
65	0,091	0,182	0,274	0,365	0,456	0,547	0,638	0,730	0,821
70	0,092	0,184	0,276	0,368	0,460	0,552	0,644	0,736	0,828
75	0,093	0,186	0,278	0,371	0,464	0,557	0,650	0,742	0,835
80	0,094	0,187	0,281	0,374	0,468	0,562	0,655	0,749	0,842
85	0,094	0,189	0,283	0,378	0,472	0,566	0,661	0,755	0,850
90	0,095	0,190	0,286	0,381	0,476	0,571	0,667	0,762	0,857
95	0,096	0,192	0,288	0,384	0,480	0,576	0,672	0,768	0,864
600	0,097	0,194	0,290	0,387	0,484	0,581	0,678	0,775	0,872
05	0,098	0,195	0,293	0,391	0,488	0,586	0,683	0,781	0,879
10	0,098	0,197	0,295	0,394	0,492	0,591	0,689	0,788	0,886
15	0,099	0,198	0,298	0,397	0,496	0,596	0,695	0,794	0,893
20	0,100	0,200	0,300	0,400	0,500	0,600	0,700	0,800	0,901
25	0,101	0,202	0,303	0,403	0,504	0,605	0,706	0,807	0,908
30	0,102	0,203	0,305	0,407	0,508	0,610	0,712	0,813	0,915
35	0,102	0,205	0,307	0,410	0,512	0,615	0,717	0,820	0,922
40	0,103	0,207	0,310	0,413	0,516	0,620	0,723	0,826	0,930
45	0,104	0,208	0,312	0,416	0,520	0,625	0,729	0,833	0,937
50	0,105	0,210	0,315	0,420	0,524	0,629	0,734	0,839	0,944
55	0,106	0,211	0,317	0,423	0,529	0,634	0,740	0,846	0,951
60	0,106	0,213	0,320	0,426	0,533	0,639	0,746	0,852	0,959
665	0,107	0,215	0,322	0,429	0,537	0,644	0,751	0,859	0,966

Correzione da applicarsi alla lettura dei barometri con scale di ottone (millimetri) estesa dalla vasca al vertice della colonna del mercurio e destinata a ridurre le osservazioni a 0° centigradi.

Segue la Tavola A.

Altezza del barometro	Dilatazione della colonna barometrica								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
670	0,108	0,216	0,324	0,433	0,541	0,649	0,757	0,865	0,973
75	0,109	0,218	0,327	0,436	0,545	0,654	0,763	0,871	0,980
80	0,110	0,219	0,329	0,439	0,547	0,658	0,768	0,878	0,988
85	0,111	0,221	0,332	0,442	0,553	0,663	0,774	0,884	0,995
90	0,111	0,223	0,334	0,445	0,557	0,668	0,780	0,891	1,002
95	0,112	0,223	0,336	0,449	0,561	0,673	0,785	0,897	1,010
700	0,113	0,226	0,339	0,452	0,565	0,678	0,791	0,904	1,017
05	0,113	0,228	0,341	0,455	0,569	0,683	0,797	0,910	1,024
10	0,115	0,229	0,344	0,458	0,573	0,688	0,802	0,917	1,031
15	0,115	0,231	0,346	0,462	0,577	0,691	0,808	0,923	1,039
20	0,116	0,232	0,349	0,465	0,581	0,697	0,813	0,930	1,046
25	0,117	0,234	0,351	0,468	0,585	0,702	0,819	0,936	1,053
30	0,118	0,236	0,353	0,471	0,589	0,707	0,825	0,943	1,060
35	0,119	0,237	0,356	0,474	0,593	0,712	0,830	0,949	1,068
40	0,119	0,239	0,358	0,478	0,597	0,717	0,836	0,955	1,075
45	0,120	0,240	0,361	0,481	0,601	0,721	0,842	0,962	1,082
50	0,121	0,242	0,363	0,484	0,605	0,726	0,847	0.968	1,089
55	0,121	0,244	0,365	0,487	0,609	0,731	0,853	0,975	1,097
60	0,123	0,245	0,368	0,491	0,613	0,736	0,859	0,981	1,104
65	0,124	0,247	0,370	0,494	0,617	0,741	0,864	0,988	1,111
70	0,124	0,249	0,373	0,497	0,621	0,746	0,870	0,994	1,118
75	0,125	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,876	1,001	1,126
80	0,126	0,252	0,378	0,504	0,629	0,755	0,881	1,007	1,133
85	0,127	0,253	0,380	0,507	0,633	0,760	0,858	1,014	1,140
90	0,127	0,255	0,382	0,510	0,637	0,765	0,893	1,020	1,148
95	0,128	0,257	0,385	0,513	0,641	0,770	0,898	1,026	1,155
800	0,129	0,258	0,387	0,516	0,646	0,775	0,904	1,033	1,162

Correzione da applicarsi alla lettura dei barometri con scale di vetro (millimetri) estesa dalla vasca al vertice della colonna del mercurio e destinata a ridurre le osservazioni a 0° centigradi. (1)

Tavola B.

Milli-metri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
400	0,06844	0,13688	0,20532	0,27376	0,34220	0,41064	0,47908	0,54752	0,61596	0,68440
05	0,06929	0,13859	0,20789	0,27718	0,34648	0,41577	0,48507	0,55436	0,62366	0,69295
10	0,07015	0,14030	0,21045	0,28060	0,35076	0,42091	6,49106	0,56121	0,63136	0,70151
15	0,07100	0,14201	0,21302	0,28403	0,35504	0,42604	0,49705	0,56805	0,63906	0,71006
20	0,07186	0,14373	0,21559	0,28745	0,35931	0,43118	0,50303	0,57490	0,64676	0,71862
25	0,07271	0,14544	0,21815	0,29087	0,36359	0,43631	0,50902	0,58174	0,65445	0,72717
30	0,07357	0,14715	0,22072	0,29430	0,36787	0,44144	0,51501	0,58859	0,66215	0,73573
35	0,07442	0,14886	0,22328	0,29772	0,37215	0,44658	0,52099	0,59543	0,66985	0,74428
40	0,07528	0,15057	0,22585	0,30114	0,37642	0,45171	0,52698	0,60228	0,67755	0,75284
45	0,07613	0,15228	0,22841	0,30456	0,38070	0,45684	0,53297	0,60912	0,68525	0,76139
50	0,07699	0,15399	0,23098	0,30798	0,38497	0,46197	0,53896	0,61596	0,69295	0,76995
55	0,07785	0,11570	0,23355	0,31140	0,38925	0,46710	0,54495	0,62280	0,70065	0,77850
60	0,07870	0,15741	0,23612	0,31482	0,39353	0,47224	0,55093	0,62965	0,70835	0,78706
65	0,07956	0,15912	0,23868	0,31825	0,39781	0,47737	0,55693	0,63649	0,71605	0,79561
70	0,08041	0,16084	0,24125	0,32167	0,40208	0,48251	0,56292	0,64331	0,72375	0,80417
75	0,08127	0,16255	0,24382	0,32509	0,40636	0,48764	0,56890	0,65018	0,73145	0,81272
80	0,08212	0,16426	0,24638	0,32852	0,41064	0,49277	0,57489	0,65703	0,73915	0,82128
85	0,08298	0,16597	0,24895	0,33194	0,41491	0,49791	0,58088	0,66387	0,74685	0,82983
90	0,08383	0,16768	0,25151	0,33536	0,41919	0,50304	0,58687	0,67072	0,75455	0,83839
95	0,08469	0,16939	0,25408	0,33878	0,42347	0.50817	0,59286	0,67756	0,76225	0,84694
500	0,08555	0,17110	0,25665	0,34220	0,42775	0,51330	0,59885	0,68440	0,76995	0,85550
05	0,08640	0,17281	0,25922	0,34562	0,43203	0,51843	0,60484	0,69124	0,77765	0,86405
10	0,08726	0,17452	0,26178	0,34904	0,43631	0,52357	0,61083	0,69809	0,78535	0,87261
15	0,08811	0,17623	0,26435	0,35247	0,44059	0,52870	0,61682	0,70493	0,79305	0,88116
20	0,08897	0,17795	0,26692	0,35589	0,44486	0,53384	0,62280	0,71178	0,80075	0,88972
25	0,08982	0,17956	0,26948	0,35931	0,44914	0,53897	0,62879	0,71862	0,80844	0,89827
30	0,09068	0,18137	0,27205	0,36274	0,45342	0,54410	0,63478	0,72547	0,81614	0,90683
35	0,09153	0,18308	0,27461	0,36616	0,45769	0,54924	0,64076	0,73231	0,82384	0,91538
40	0,09239	0,18479	9,27718	0,36958	0,46197	0,55437	0,64675	0,73916	0,83154	0,92394
545	0,09324	0,18650	0,27974	0,37300	0,46625	0,55950	0,65274	0,74600	0,83924	0,93249

(1) Bunsen R., *Gasometrische Methoden — Braunschweig*, 1857.

Correzione da applicarsi alla lettura dei barometri con scale di vetro (millimetri) estesa dalla vasca al vertice della colonna del mercurio e destinata a ridurre le osservazioni a 0° centigradi.

Segue la Tavola B.

MILLI-METRI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
550	0,09410	0,18821	0,28231	0,37642	0,47052	0,56463	0,65873	0,75284	0,84694	0,94105
55	0,09496	0,18992	0,28488	0,37984	0,47480	0,56676	0,66472	0,75968	0,85464	0,94960
60	0,09581	0,19163	0,28745	0,38326	0,47908	0,57490	0,67071	0,76653	0,86234	0,95816
65	0,09667	0,19331	0,29001	0,38669	0,48336	0,58003	0,67670	0,77337	0,87004	0,96671
70	0,09752	0,19506	0,29258	0,39011	0,48763	0,58517	0,68269	0,78022	0,87774	0,97527
75	0,09838	0,19677	0,29514	0,39353	0,49191	0,59030	0,68867	0,78706	0,88544	0,98382
80	0,09923	0,19848	0,29771	0,49696	0,49619	0,59543	0,69466	0,79391	0,89314	0,99238
85	0,10009	0,20019	0,30027	0,40038	0,50047	0,60057	0,70065	0,80075	0,90084	1,00093
90	0,10094	0,20190	0,30284	0,40380	0,50474	0,60570	0,70664	0,80760	0,90854	1,00949
95	0,10180	0,20361	0,30540	0,40722	0,50902	0,61083	0,71263	0,81444	0,91624	1,01804
600	0,10266	0,20532	0,30798	0,41064	0,51330	0,61596	0,71862	0,82128	0,92394	1,02660
05	0,10351	0,20703	0,31055	0,41406	0,51758	0,62109	0,72461	0,82812	0,93164	1,03515
10	0,10437	0,20874	0,31311	0,41748	0,52186	0,62623	0,73060	0,83497	0,93934	1,04371
15	0,10522	0,21045	0,31568	0,42091	0,52614	0,63136	0,73659	0,84181	0,94704	1,05226
20	0,10608	0,21217	0,31825	0,42433	0,53041	0,63650	0,74257	0,84866	0,95474	1,06082
25	0,10693	0,21388	0,32081	0,42775	0,53469	0,64163	0,74856	0,85550	0,96243	1,06937
30	0,10779	0,21559	0,32337	0,43118	0,53897	0,64676	0,75455	0,86235	0 97013	1,07793
35	0,10864	0,21730	0,32594	0,43460	0,54324	0,65190	0,76053	0,86919	0,97783	1,08648
40	0,10950	0,21901	0,32850	0,43802	0,54752	0,65700	0,76652	0,87604	0,98553	1,0[illegible]04
45	0,11035	0,22072	0,33107	0,44144	0,55180	0,66216	0,77251	0,88288	0,99323	1,10359
50	0,11121	0,22243	0,33364	0,44486	0,55607	0,66729	0,77850	0,88972	1,00093	1,11215
55	0,11207	0,22414	0,33621	0,44828	0,56035	0,67242	0,78449	0,89656	1,00863	1,12070
60	0,11292	0,22585	0,33877	0,45170	0,56463	0,67756	0,79048	0,90341	1,01633	1,12926
65	0,11378	0,22756	0,34134	0,45513	0,56891	0,68269	0,79647	0,91025	1,02403	1,13781
70	0,11463	0,22928	0,34391	0,45855	0,57318	0,68783	0,80246	0,91710	1,03173	1,14637
75	0,11549	0,23099	0,34647	0,46197	0,57746	0,69296	0,80844	0,92394	1,03943	1,15492
80	0,11634	0,23270	0,34904	0,46540	0,58174	0,69809	0,81443	0,93079	1,04713	1,16348
85	0,11720	0,23441	0,35160	0,46882	0,58602	0,70323	0,82042	0,93763	1,05483	1,17203
90	0,11805	0,23612	0,35417	0,47224	0,59029	0,70836	0,82641	0,94448	1,06253	1,18059
95	0,11891	0,23783	0,35673	0,47566	0,59457	0,71349	0,83240	0,95132	1,07023	1,18914
700	0,11977	0,23954	0,35931	0,47908	0,59885	0,71862	0,83839	0,95816	1,07793	1,19770
705	0,12062	0,24125	0,36188	0,48250	0,60313	0,72365	0,84438	0,96500	1,08563	1,20625

Correzione da applicarsi alla lettura dei barometri con scale di vetro (millimetri) estesa dalla vasca al vertice della colonna del mercurio e destinata a ridurre le osservazioni a 0° centigradi.

Segue la Tavola B.

MILLI-METRI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
710	0,12148	0,24296	0,36444	0,48592	0,60741	0,72889	0,85037	0,97185	1,09333	1,21481
15	0,12233	0,24467	0,36701	0,48935	0,61169	0,73402	0,85636	0,97869	1,10103	1,22336
20	0,12319	0,24639	0,36958	0,49277	0,61596	0,73916	0,86234	0,98554	1,10873	1,23192
25	0,12404	0,24810	0,37214	0,49619	0,62024	0,74429	0,86833	0,99238	1,11642	1,24047
30	0,12490	0,24981	0,37471	0,49962	0,62452	0,74942	0,87432	0,99923	1,12412	1,24903
35	0,12575	0,25152	0,37727	0,50304	0,62880	0,75456	0,88030	1,00607	1,13182	1,25758
40	0,12661	0,25323	0,37984	0,50646	0,63307	0,75969	0,88629	1,01292	1,13952	1,26614
45	0,12746	0,25494	0,38240	0,50988	0,63735	0,76482	0,89228	1,01976	1,14722	1,27469
50	0,12832	0,25665	0,38497	0,51330	0,64162	0,76995	0,89827	1,02660	1,15492	1,28325
55	0,12918	0,25836	0,38754	0,51672	0,64590	0,77508	0,90426	1,03344	1,16262	1,29180
60	0,13003	0,26007	0,39011	0,52014	0,65018	0,78022	0,91025	1,04029	1,17032	1,30030
65	0,13089	0,26178	0,39267	0,52357	0,65446	0,78535	0,91624	1,04713	1,17802	1,30891
70	0,13174	0,26350	0,39524	0,52699	0,65873	0,79049	0,92223	1,05398	1,18572	1,31747
75	0,13260	0,26521	0,39781	0,53041	0,66301	0,79562	0,92821	1,06082	1,19342	1,32602
80	0,13345	0,26692	0,40037	0,53383	0,66729	0,80075	0,93420	1,06767	1,20112	1,33458
85	0,13431	0,26863	0,40294	0,53725	0,67157	0,80589	0,94019	1,07451	1,20882	1,34313
90	0,13516	0,27034	0,40550	0,54067	0,67584	0,81102	0,94618	1,08136	1,21652	1,35169
95	0,13602	0,27205	0,40707	0,54409	0,68012	0,81615	0,95217	1,08820	1,22422	1,36024
800	0,13688	0,27376	0,41064	0,54752	0,68440	0,82128	0,95816	1,09504	1,23192	1,36880

Correzione nel barometro per la depressione capillare in funzione del raggio del tubo e della freccia del menisco.

Tavola C.

RAGGIO del tubo in millimetri	FRECCIA DEL MENISCO IN MILLIMETRI																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
1,0	1,268	2,460	3,516	4,396	5,085	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,2	0,876	1,715	2,484	3,162	3,728	4,190	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,4	0,638	1,256	1,836	2,363	2,825	3,218	3,542	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,6	0,484	0,955	1,404	1,820	2,196	2,528	2,812	3,050	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1, 8.........	0,378	0,747	1,103	1,437	1,746	2,024	2,270	2,483	2,662	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2,0	0,302	0,598	0,885	1,158	1,413	1,648	1,859	2,046	2,209	2,348	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2,2	0,245	0,487	0,723	0,948	1,161	1,360	1,541	1,705	1,851	1,978	2,087	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2,4	0,203	0,403	0,599	0,787	0,966	1,135	1,292	1,436	1,565	1,680	1,780	1,866	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2,6	0,170	0,337	0,502	0,661	0,813	0,958	1,093	1,218	1,332	1,436	1,528	1,608	1,676	.....	.....	.....	.....	.....
2,8	0,143	0,285	0,425	0,560	0,691	0,815	0,932	1,041	1,142	1,235	1,318	1,392	1,456	1,511	.....	.....	.....	.....
3,0	0,122	0,243	0,362	0,478	0,591	0,698	0,800	0,896	0,985	1,068	1,143	1,210	1,270	1,322	1,368	.....	.....	.....
3,2	0,105	0,209	0,312	0,412	0,509	0,602	0,691	0,776	0,855	0,928	0,995	1,057	1,112	1,161	1,203	1,238	.....	.....
3,4	0,091	0,181	0,269	0,356	0,441	0,523	0,601	0,675	0,745	0,810	0,871	0,926	0,976	1,021	1,061	1,035	.....	.....
3,6	0,079	0,157	0,234	0,310	0,384	0,455	0,524	0,590	0,652	0,710	0,764	0,814	0,860	0,901	0,938	0,970	.....	.....
3,8	0,069	0,137	0,205	0,271	0,336	0,399	0,459	0,517	0,572	0,624	0,673	0,718	0,760	0,797	0,831	0,861	0,887	.....
4,0	0,060	0,120	0,180	0,238	0,295	0,350	0,404	0,455	0,504	0,551	0,594	0,635	0,673	0,707	0,738	0,766	0,790	.....

Segue la Tavola C.

Correzione nel barometro per la depressione capillare in funzione del raggio del tubo e della freccia del menisco.

Raggio del tubo in millimetri	Freccia del menisco in millimetri																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
4,2..........	0,053	0,106	0,158	0,210	0,260	0,309	0,356	0,402	0,446	0,487	0,526	0,563	0,597	0,628	0,657	0,682	0,705	.....
4,4..........	0,047	0,094	0,140	0,185	0,230	0 273	0,315	0,356	0,395	0,432	0,467	0,500	0,531	0,559	0,585	0,609	0,630	.....
4,6..........	0,042	0,083	0,124	0,164	0,204	0,242	0,280	0,316	0,351	0,384	0,416	0,445	0,473	0,499	0,522	0,544	0,563	.....
4,8..........	0,037	0,071	0,110	0,146	0,181	0,215	0,219	0,281	0,312	0,342	0,370	0,397	0,422	0,445	0,467	0,486	0,504	.....
5,0..........	0,033	0,065	0,098	0,130	0,161	0,192	0,221	0,250	0,278	0,305	0,330	0,354	0,377	0,398	0,418	0,436	0,452	.....
5,2..........	0,029	0,058	0,087	0,116	0,144	0,171	0,198	0,224	0,248	0,272	0,295	0,317	0,337	0,356	0,374	0,390	0,406	0,418
5,4..........	0,026	0,052	0,078	0,103	0,128	0,153	0,177	0,200	0,222	0,244	0,264	0,284	0,302	0,319	0,336	0,350	0,361	0,376
5,6..........	0,023	0,047	0,070	0,092	0,115	0,137	0,158	0,179	0,199	0,218	0,237	0,255	0,271	0,287	0,301	0,315	0,327	0,338
5,8..........	0,021	0,042	0,062	0,083	0,103	0,122	0,142	0,160	0,178	0,196	0,213	0,228	0,243	0,257	0,271	0,283	0,294	0,304
6,0..........	0,019	0,037	0,056	0,074	0,092	0,110	0,127	0,144	0,160	0,176	0,191	0,205	0,219	0,231	0,243	0,254	0,264	0,273
6,2..........	0,017	0,034	0,050	0,067	0,083	0,099	0,114	0,129	0,144	0,158	0,172	0,185	0,197	0,208	0 219	0,229	0,238	0 246
6,4..........	0,015	0,030	0,045	0,060	0,074	0,089	0,103	0,116	0,130	0,142	0,154	0,166	0,177	0,187	0,197	0,206	0,214	0,221
6,6..........	0,014	0,027	0,041	0,054	0,067	0,080	0,093	0,105	0,117	0,128	0,139	0,150	0,160	0,169	0,178	0,186	0,193	0,200
6,8..........	0,012	0,024	0,037	0,049	0,061	0,072	0,084	0,095	0,105	0,116	0,126	0,135	0,144	0,153	0,160	0,168	0,174	0,180
7,0..........	0,011	0,022	0,033	0,044	0,055	0,065	0,075	0,085	0,095	0,105	0,114	0,122	0,130	0,138	0,145	0,152	0,158	0,163

Tavola C.

Correzione nel barometro per la depressione capillare in funzione del raggio del tubo e della freccia del menisco.

Raggio del tubo in millimetri	Freccia del menisco in millimetri																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
1,0	1,268	2,460	3,516	4,396	5,085	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,2	0,876	1,715	2,484	3,162	3,728	4,190	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,4	0,638	1,256	1,836	2,363	2,825	3,218	3,542	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,6	0,484	0,955	1,404	1,820	2,196	2,528	2,812	3,050	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,8	0,378	0,747	1,103	1,437	1,746	2,024	2,270	2,483	2,662	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2,0	0,302	0,598	0,885	1,158	1,413	1,648	1,859	2,046	2,209	2,348	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2,2	0,245	0,487	0,723	0,948	1,161	1,360	1,541	1,705	1,851	1,978	2,087	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2,4	0,203	0,403	0,599	0,787	0,966	1,135	1,292	1,436	1,565	1,680	1,780	1,866	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2,6	0,170	0,337	0,502	0,661	0,813	0,958	1,093	1,218	1,332	1,436	1,528	1,608	1,676	.....	.....	.....	.....	.....
2,8	0,143	0,285	0,425	0,560	0,691	0,815	0,932	1,041	1,142	1,235	1,318	1,392	1,456	1,511	.....	.....	.....	.....
3,0	0,122	0,243	0,362	0,478	0,591	0,698	0,800	0,896	0,985	1,068	1,143	1,210	1,270	1,322	1,368	.....	.....	.....
3,2	0,105	0,209	0,312	0,412	0,509	0,602	0,691	0,776	0,855	0,928	0,995	1,057	1,112	1,161	1,203	1,238	.....	.....
3,4	0,091	0,181	0,269	0,356	0,441	0,523	0,601	0,675	0,745	0,810	0,871	0,926	0,976	1,021	1,061	1,095	.....	.....
3,6	0,079	0,157	0,234	0,310	0,384	0,455	0,524	0,590	0,652	0,710	0,764	0,814	0,860	0,901	0,938	0,970	.....	.....
3,8	0,069	0,137	0,205	0,271	0,336	0,399	0,459	0,517	0,572	0,624	0,673	0,718	0,760	0,797	0,831	0,861	0,887	.....
4,0	0,060	0,120	0,180	0,238	0,295	0,350	0,404	0,455	0,504	0,551	0,594	0,635	0,673	0,707	0,738	0,766	0,790	.....

Segue la Tavola C.

Correzione nel barometro per la depressione capillare in funzione del raggio del tubo e della freccia del menisco.

RAGGIO del tubo in millimetri	FRECCIA DEL MENISCO IN MILLIMETRI																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
4,2	0,053	0,106	0,158	0,210	0,260	0,309	0,356	0,402	0,446	0,487	0,526	0,563	0,597	0,628	0,657	0,682	0,705	.....
4,4	0,047	0,094	0,140	0,185	0,230	0.273	0,315	0,356	0,395	0,432	0,467	0,500	0,531	0,559	0,585	0,609	0,630	.....
4,6	0,042	0,083	0,124	0,164	0,204	0,242	0,280	0,316	0,351	0,384	0,416	0,445	0,473	0,499	0,522	0,544	0,563	.....
4,8	0,037	0,074	0,110	0,146	0,181	0,215	0,219	0,281	0,312	0,342	0,370	0,397	0,422	0,445	0,467	0,486	0,504	.....
5,0	0,033	0,065	0,098	0,130	0,161	0,192	0,221	0,250	0,278	0,305	0,330	0,354	0,377	0,398	0,418	0,436	0,452	.....
5,2	0,029	0,058	0,087	0,116	0,144	0,171	0,198	0,224	0,248	0,272	0,295	0,317	0,337	0,356	0,374	0,390	0,406	0,418
5,4	0,026	0,052	0,078	0,103	0,128	0,153	0,177	0,200	0,222	0,244	0,264	0,284	0,302	0,319	0,336	0,350	0,364	0,376
5,6	0,023	0,047	0,070	0,092	0,115	0,137	0,158	0,179	0,199	0,218	0,237	0,255	0,271	0,287	0,301	0,315	0,327	0,333
5,8	0,021	0,042	0,062	0,083	0,103	0,122	0,142	0,160	0,178	0,196	0,213	0,228	0,243	0,257	0,271	0,283	0,294	0,304
6,0	0,019	0,037	0,056	0,074	0,092	0,110	0,127	0,144	0,160	0,176	0,191	0,205	0,219	0,231	0,243	0,254	0,264	0,273
6,2	0,017	0,034	0,050	0,067	0,083	0,099	0,114	0,129	0,144	0,158	0,172	0,185	0,197	0,208	0 219	0,229	0,238	0 246
6,4	0,015	0,030	0,045	0,060	0,074	0,089	0,103	0,116	0,130	0,142	0,154	0,166	0,177	0,187	0,197	0,206	0,214	0,221
6,6	0,014	0,027	0,041	0,054	0,067	0,080	0,093	0,105	0,117	0,128	0,139	0,150	0,160	0,169	0,178	0,186	0,193	0,200
6,8	0,012	0,024	0,037	0,049	0,061	0,072	0,084	0,095	0,105	0,116	0,126	0,135	0,144	0,153	0,160	0,168	0,174	0,180
7,0	0,011	0,022	0,033	0,044	0,055	0,065	0,075	0,085	0,095	0,105	0,114	0,122	0,130	0,138	0,145	0,152	0,158	0,163

Formola di Laplace ridotta da Radau per la misura delle altezze latitudini approssimate *A*.

Segue la Tavola D.

B	*A*	Differenza	*B*	*A*	Differenza	*B*	*A*	Differenza	*B*	*A*	Differenza	*B*	*A*	Differenza
495	3424,7	16,1	520	3031,0	15,4	545	2655,8	14,7	570	2207,4	14,0	595	1954,6	13,4
496	3408,6	16,1	521	3015,6	15,3	546	2641,1	14,6	571	2283,4	14,0	596	1941,2	13,4
497	3392,5	16,1	522	3000,3	15,3	547	2626,5	14,6	572	2269,4	13,9	597	1927,8	13,4
498	3376,4	16,0	523	2985,0	15;3	548	2611,9	14,6	573	2255,5	13,9	598	1914,4	13,4
499	3360,4	16,0	524	2969,7	15,2	549	2597,3	14,5	574	2241,6	13,9	599	1901,0	13,3
500	3344,4	16,0	525	2954,5	15,2	550	2582,8	14,5	575	2227,7	13,9	600	1887,7	13,3
501	3328,4	15,9	526	2939,3	15,2	551	2568,3	14,5	576	2213,8	13,9	601	1874,4	13,3
502	3312,5	15,9	527	2924,1	15,1	552	2553.8	15,5	577	2199,9	13,8	602	1861,1	13,3
503	3296,6	15,9	528	2909,0	15,1	553	2539,3	14,4	578	2186,1	13,8	603	1847,8	13,4
504	3280,7	15,8	529	2893,9	15,1	554	2524,9	14,4	579	2172,3	13,8	604	1834,6	13,2
505	3264,9	15,8	530	2878,8	15,1	555	2510,5	14,4	580	2158,5	13,8	605	1821,4	13,2
506	3249,1	15,8	531	2863,7	15,0	556	2496,1	14,4	581	2144,7	13,7	606	1808,2	13,2
507	3233,3	15,8	532	2848,7	15,0	557	2481,7	14,3	582	2131,0	13,7	607	1795,0	13,1
508	3217,5	15,7	533	2833,7	15,0	558	2467,4	14,3	583	2117,3	13,7	608	1781,9	13,1
509	3201,8	15,7	534	2818,7	15,0	559	2453,1	14,3	584	2103,6	13,7	609	1768,8	13,1
510	3186,1	15,6	535	2803,7	14,9	560	2438,8	14,2	585	2089,9	13,6	610	1755,7	13,1
511	3170,5	15,6	536	2788,8	14,9	561	2424,6	14,2	586	2076,3	13,6	611	1742,6	13,1
512	3154,4	15,6	537	2773,9	14,9	562	2410,4	14,2	587	2062,7	13,6	612	1729,5	13,0
513	3139,3	15,6	538	2759,0	14,8	563	2396,2	14,2	588	2049,1	13,6	613	1716,5	13,0
514	3123,7	15,5	539	2744,2	14,8	564	2382,0	14,2	589	2035,5	13,6	614	1703,5	13,0
515	3108,2	15,5	540	2729,4	14,8	565	2367,8	14,1	590	2021,9	13,5	615	1690,5	13,0
516	3092,7	15,5	541	2714,6	14,7	566	2353,7	14,1	591	2008,4	13,5	616	1677,5	13,0
517	3077,2	15,4	542	2699,9	14,8	567	2339,6	14,1	592	1994,9	13,5	617	1664,5	12,9
518	3061,8	15,4	543	2685,1	14,7	568	2325,5	14,0	593	1981,4	13,4	618	1651,6	12,9
519	3046,4	15,4	544	2670,4	14,6	569	2411,5	14,1	594	1968,0	13,4	619	1638,7	12,9
520	3031,0		545	2655,8		570	2297,4		595	1954,6		620	1625,8	

Formola di Laplace ridotta da Radau per la misura delle altezze latitudini approssimate *A*.

Segue la Tavola D.

B	A	Differenza	*B*	A	Differenza	*B*	A	Differenza	*B*	A	Differenza	*B*	A	Differenza
620	1625,8	12,9	645	1310,9	12,3	670	1006,3	11,9	695	713,8	11,5	720	431,6	11,0
621	1612,9	12,9	646	1297,7	12,4	671	944,4	11,9	696	702,3	11,4	721	420,6	11,1
622	1600,0	12,8	647	1285,3	12,3	672	982,5	11,8	697	690,9	11,5	722	409,5	11,1
623	1587,2	12,8	648	1273,0	12,3	673	970,7	11,9	698	679,4	11,4	723	398,4	11,0
624	1574,4	12,8	649	1260,7	12,3	674	958,8	11,8	699	668,0	11,4	724	387,4	11,0
625	1561,6	12,8	650	1248,4	12,3	675	947,7	11,9	700	656,6	11,4	725	376,4	11,0
626	1548,8	12,7	651	1236,1	12,3	676	935,1	11,8	701	645,2	11,4	726	365,4	11,0
627	1536,1	12,7	652	1223,8	12,2	677	923,3	11,7	702	633,8	11,4	727	354,4	11,0
628	1523,4	12,7	653	1211,6	12,2	678	911,6	11,8	703	622,4	11,3	728	343,4	10,9
629	1510,7	12,7	654	1199,4	12,2	679	899,8	11,8	704	611,1	11,4	729	332,5	11,0
630	1498,0	12,7	655	1187,2	12,2	680	888,0	11,7	705	599,7	11,3	730	321,5	10,9
631	1485,3	12,6	656	1175,0	12,2	681	876,3	11,7	706	588,4	11,3	731	310,6	10,9
632	1472,7	12,7	657	1162,8	12,1	682	864,6	11,7	707	577,1	11,3	732	299,7	10,9
633	1460,0	12,6	658	1150,7	12,2	683	852,9	11,7	708	565,8	11,2	733	288,8	10,9
634	1447,4	12,6	659	1138,5	12,1	684	841,2	11,7	709	554,6	11,3	734	277,9	10,9
635	1434,8	12,5	660	1126,4	12,1	685	829,5	11,6	710	543,3	11,2	735	267,0	10,8
636	1422,3	12,6	661	1114,3	12,1	686	817,9	11,6	711	532,1	11,3	736	256,2	10,9
637	1409,7	12,5	662	1102,2	12,0	687	806,3	11,7	712	520,8	11,2	737	245,3	10,8
638	1397,2	12,5	663	1090,2	12,0	688	794,6	11,6	713	509,6	11.2	738	234,5	10,8
639	1384,7	12,5	664	1078,2	12,0	689	783,0	11,5	714	408,4	11,1	739	223,7	10,8
640	1372,2	12,5	665	1066,2	12,0	690	771,5	11,6	715	487,3	11,2	740	212,9	10,8
641	1359,7	12,4	666	1054,2	12,0	691	759,9	11,6	716	476,1	11,1	741	202,1	10,8
642	1347,3	12,5	667	1042,2	12,0	692	748,3	11,5	717	465,0	11,2	742	191,3	10,7
643	1334,8	12,4	668	1030,2	11,9	693	736,8	11,5	718	453,8	11,1	743	180,6	10,8
644	1322,4	12,4	669	1018,3	12,0	694	725,3	11,5	719	442,7	11,1	744	169,8	10,7
645	1310,9		670	1006,3		695	713,8		720	431,6		745	159,1	

Formola di Laplace ridotta da Radau per la misura delle altezze latitudini approssimate *A*.

Segue la Tavola D

B	*A*	Differenza	*B*	*A*	Differenza	*B*	*A*	Differenza	*B*	*A*	Differenza
745	159,1		760	0,0		775	— 156,0		790	— 309,1	
		10,7			10,5			10,3			10,1
746	148,4		761	— 10,5		776	— 166,3		791	— 319,2	
		10,7			10,5			10,3			10,1
747	137,7		762	— 21,0		777	— 176,6		792	— 329,3	
		10,7			10,5			10,3			10,1
748	127,0		763	— 31.5		778	— 186,9		793	— 339.4	
		10,6			10,4			10,2			10,0
749	116,4		764	— 41,9		779	— 197,1		794	— 349,4	
		10,7			10,5			10,3			10,1
750	105,7		765	— 52,4		780	— 207,4		795	— 359,5	
		10,6			10,4			10,2			10,0
751	95,1		766	— 62,8		781	— 217,6		796	— 369,5	
		10,6			10,4			10,2			10,0
752	84,5		767	— 73,2		782	— 227,8		797	— 379,5	
		10,6			10,4			10,2			10,0
753	73,9		768	— 83,6		783	— 238,0		798	— 389,5	
		10,6			10,4			10,2			10,0
754	63,8		769	— 94,0		784	— 248,2		799	— 399,5	
		10,6			10,4			10,2			10,0
755	52,7		770	— 104,4		785	— 258,4		800	— 409,5	
		10,6			10,3			10,2			10,0
756	42,1		771	— 114,7		786	— 268,6		801	— 419,5	
		10,5			10,4			10,1			9,9
757	31,6		772	— 125,1		787	— 278,7		802	— 429,4	
		10,6			10,3			10,1			10,0
758	21,0		773	— 135,4		788	— 288,8		803	— 439,4	
		10,5			10,3			10,2			9,9
759	10,5		774	— 145,7		789	— 299,0		804	— 449,3	
		10,5			10,3			10,1			9,9
760	0,0		775	— 156,0		790	— 309,1		805	— 459,2	

Correzione per la latitudine (si aggiunge alla somma delle temperature dell'aria).

Tavola E.

Latitudine	Correzione	Latitudine	Correzione
Da 0° a 9°	+ 1,3	Da 44° a 46°	0,0
10 14	+ 1,2	47 48	— 0,1
15 18	+ 1,1	49 50	— 0,2
19 22	+ 1,0	51 52	— 0,3
23 25	+ 0,9	53 54	— 0,4
26 27	+ 0,8	55 57	— 0,5
28 30	+ 0,7	58 59	— 0,6
31 32	+ 0,6	60 62	— 0,7
33 35	+ 0,5	63 64	— 0.8
36 37	+ 0,4	65 67	— 0,9
38 39	+ 0,3	68 71	— 1,0
40 41	+ 0,2	72 75	— 1,1
42 43	+ 0,1	76 80	— 1,2
44 46	0,0	81 91	— 1,3

Tavola di Regnault corretta dal Moritz [1] per dedurre la pressione corrispondente alla temperatura indicata dall'ipsometro.

Tavola F.

Gradi	Tensione	Differenza	Gradi	Tensione	Differenza	Gradi	Tensione	Differenza	Gradi	Tensione	Differenza
81,0	369,258	1,491	84,0	416,262	1,649	87,0	468,175	1,820	90,0	525,392	2,003
81,1	70,749	1,497	84,1	17,911	1,655	87,1	69,995	1,825	90,1	27,395	2,010
81,2	72,246	1,502	84,2	19,566	1,660	87,2	71,820	1,832	90,2	29,405	2,016
81 ,3	73,748	1,507	84,3	21,226	1,666	87 3	73,652	1,837	90,3	31,421	2,023
81,4	75,255	1,512	84.4	22,892	1,671	87,4	75,489	1,843	90,4	33,444	2,029
81,5	76,767	1,517	84,5	24,563	1,677	87,5	77,332	1,849	90,5	35,473	2,035
81,6	78,284	1,522	84,6	26,240	1,682	87,6	79,181	1,855	90,6	37,509	2,042
81,7	79,306	1,527	84,7	27,922	1,688	87,7	81,036	1,861	90,7	39,551	2,048
81,8	81,333	1,533	84,8	29,610	1,693	87,8	82,897	1,867	90,8	41,599	2,055
81,9	82,866	1,538	84,9	31,303	1,699	87,9	84,764	1,874	90,9	43,654	2,061
82,0	384,404	1,543	85,0	433,002	1,701	88,0	486,638	1,879	91,0	545,715	2,068
82,1	85,947	1,548	85,1	34,706	1,710	88,1	88,517	1,885	91,1	47,783	2,074
82,2	87,495	1,553	85,2	36,416	1,716	88,2	90,402	1,891	91,2	49,857	2,081
82,3	89,048	1,558	85,3	38,132	1,721	88,3	92,293	4,897	91,3	51,938	2,088
82,4	90,606	1,564	85,4	39,853	1,727	88,4	94.191	1,904	91,4	54,026	2,094
82,5	92,170	1,569	85,5	41,580	1,733	88,5	96,095	1,910	91,5	56,120	2,101
82,6	93,739	1,574	85,6	43,313	1,738	88,6	98,005	1,916	91,6	58,221	2,107
82,7	95,313	1,579	85,7	45,051	1,744	88,7	499,921	1,922	91,7	60,328	2,114
82,8	96,892	1,585	85,8	46.795	1,750	88,8	501,843	1,928	91,8	62,442	2,121
82,9	98,477	1,590	85,9	48,545	1,756	88,9	03,771	1,934	91,9	64,563	2,127
83,0	400,068	1,595	86,0	450,301	1,761	89,0	505,705	1,941	92,0	566,690	2,134
83,1	01,663	1,601	86,1	52,062	1,767	89,1	07,646	1,947	92,1	68.824	2,141
83,2	03,264	1,606	86,2	53,829	1,773	89,2	09,593	1,953	92,2	70,965	2,147
83,3	04,870	1,611	86,3	55,602	1,779	89,3	11,546	1,959	92,3	73,112	2,154
83,4	06,481	1,617	86,4	57,381	1,784	89,4	13,505	1,965	92,4	75,266	2,161
83,5	08,098	1,622	86.5	59,165	1,790	89,5	15,470	1,972	92,5	77,427	2,168
83,6	09,720	1,628	86,6	60,955	1,796	89,6	17,442	1,978	92,6	79,595	2,174
83,7	11,348	1,633	86,7	62,751	1,802	89,7	19,420	1,984	92,7	81,769	2.181
83,8	12,981	1,638	86,8	64,553	1,808	89,8	21,404	1,991	92,8	83,950	2,188
83,9	14,619	1,644	86,9	66,361	1,314	89,9	23,395	1,997	92,9	86,138	2,195
4,0	416,262		87,0	463,175		90,0	525,392		93,0	588,333	

(1) *Bulletin de l'Acad. imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, t. XVI, col. 89, 91.

Tavola di Regnault corretta dal Moritz per dedurre la pressione corrispondente alla temperatura indicata dall'ipsometro.

Segue la Tavola F.

Gradi	Tensione	Differenza	Gradi	Tensione	Differenza	Gradi	Tensione	Differenza	Gradi	Tensione	Differenza
93,0	588,333	2,202	95,0	633,692	2,342	97,0	681,931	2,490	99,0	733,190	2,645
93,1	90,535	2,208	95,1	36,034	2,350	97,1	84,421	2,498	99,1	35,835	2,653
93,2	92,743	2,215	95,2	38,384	2,357	97,2	86,919	2,505	99,2	38,488	2,661
93,3	94,958	2,222	95,3	40,741	2,364	97,3	89,424	2,513	99,3	41,149	2,669
93,4	97,181	2,229	95,4	43,105	2,371	97,4	91,937	2,520	99,4	43,818	2,677
93,5	599,410	2,236	95,5	55,476	2,379	97,5	94,457	2,528	99,5	46,495	2,685
93,6	601,646	2,243	95,6	47,855	2,386	97,6	96,985	2,536	99,6	49,180	2,693
93,7	03,889	2,250	95,7	50,241	2,393	97,7	699,521	2,543	99,7	51,873	2,701
93,8	06,140	2,257	95,8	52,634	2,401	97,8	702,064	2,551	98,8	54,574	2,709
93,9	08,397	2,264	95,9	55,035	2,408	97,9	04,615	2,559	99,9	57,283	2,717
94,0	610,361	2,271	96,0	657,443	2,415	98,0	707,174	2,566	100,0	760,000	3,725
94,1	12,932	2,278	96,1	59,858	2,423	98,1	09,740	2,574	100,1	62,725	2,733
94,2	15,210	2,286	96,2	62,281	2,430	98,2	12,314	2,582	100,2	65,458	2,742
94,3	17,496	2,292	96,3	64'710	2,438	98,3	14,896	2,590	100,3	68,200	2,750
94,4	19,788	2,300	96,4	67,149	2,445	98,4	17,486	2,598	100,4	70,950	2,758
94,5	22,088	2,306	96,5	69,594	2,452	98,5	20,084	2,605	100,5	73 708	2,766
94,6	24,394	2,314	96,6	72,046	2,460	98,6	22,689	2,613	100,6	76,474	2,774
94,7	26,708	2,321	96,7	74,506	2,467	98,7	25,302	2,621	100,7	79,248	2,782
94,8	29,029	2,328	96,8	76,973	2,475	98,8	27,923	2,629	100,8	82,030	2,791
94,9	31,357	2,335	96,9	79,448	2,483	98,9	30,552	2,637	100,9	84,821	2,799
95,0	633,692		97,0	681,931		99,0	733,190		101,0	787,620	

PARTE SESTA.

OSSERVAZIONI OROGRAFICHE E IDROGRAFICHE

La descrizione completa di una regione comprende:
1° La forma generale di una regione,
2° Le catene di montagne,
3° I corsi di acqua,
4° Le sorgenti,
5° I laghi e paludi,
6° Le coste,
7° I mari.

Sopra i due ultimi argomenti si troveranno opportune nozioni nei manuali d'*Idrografia*. Nelle pagine seguenti ci limiteremo a dar alcuni schiarimenti sopra i primi cinque numeri.

I.

Forma generale di una regione.

Per quanto riguarda la topografia di una regione dovrà indicarsi se è montagnosa o piana, se è traversata da fiumi o torrenti, se vi si trovano laghi o paludi.

Per quanto riguarda la costituzione geologica gioverà, indipendentemente dagli studi particolari indicati all'articolo *Geologia*, indicare sommariamente se le pianure sono terreni alluviali, sabbiosi, ecc., e se le montagne sono calcaree, granitiche, ecc.

Per quanto riguarda le produzioni si daranno le opportune notizie sopra i boschi più o meno estesi di cui una catena può esser coperta, sopra la natura della vegetazione erbacea e sopra le coltivazioni predominanti.

Queste indicazioni sommarie ne comprendono moltissime altre sopra cui crediamo inutile insistere ; vogliamo soltanto raccomandare in primo luogo ogni qual volta un fatto che si descrive può essere indicato in *direzione*, di fissare questa per mezzo della bussola ; di distinguere bene le notizie che si danno per osservazioni proprie da quelle ricavate da informazioni di nativi. La leggerezza colla quale si trascurano spesso queste norme, come è avvenuto in molte parti del-

l'Africa centrale, può far apparire assai incerta la configurazione generale di una regione.

II.

Catene di montagne.

Lo studio delle catene di montagne conduce a esaminare:

1° Le catene principali o spartiacqua,
2° Le catene secondarie,
3° Le montagne isolate,
4° Le valli.

Le catene di montagne presentano due forme principali; o come nel sistema delle Alpi una catena principale, o spartiacqua, dà origine a catene secondarie unite quasi perpendicolarmente alla prima; dalle catene secondarie si staccano in modo simile catene di terz'ordine e così di seguito; ovvero come nel sistema del Giura in Europa, e degli Allegani in America, si ha una serie di catene di montagne fra loro parallele. Queste generalizzazioni vanno intese colle debite restrizioni, come altre consimili che si riferiscono alle configurazioni dei monti; tale è la *legge degli sbocchi*, secondo la quale, se due catene di montagne sono parallele, i passaggi nell'una stanno di fronte alle parti più elevate dell'altra. Le montagne coperte di neve potranno dar luogo a studi speciali. Il viaggiatore deve cercare di determinare se le nevi sono perpetue e quale ne è il limite nelle varie stagioni; esaminare se esistano ghiacciai, cercare dallo studio delle *morene* di conoscerne le condizioni passate, ed osservare se un determinato ghiacciaio tende a scendere o a ritirarsi più in alto.

Abbiamo trattato lungamente delle misure delle altezze con opportuni strumenti; ma si può avere un'idea generale determinando la variazione, mentre ci si eleva sopra le pendici dei monti, della flora e della fauna locali, le quali hanno così grandi relazioni colle condizioni generali di una regione.

Le valli possono esse pure dar luogo a molteplici osservazioni; si dovrà notare la loro ampiezza, la direzione delle valli principali e delle valli secondarie, sia assolutamente, sia le une rispetto alle altre, e finalmente, ponendo un piede nella geologia, se sono valli di erosione o valli di denudazione.

III.

Corsi d'acqua.

Lo studio dei corsi di acqua è intimamente legato con quello delle valli. Esso conduce a ricercare se debbono la loro origine a ghiacciai, a sorgenti, a laghi o a paludi; a distinguere le varie fasi che subisce il loro corso, cioè se è rapido o lento, se corre per scoscesi dirupi o per pianure; ad osservare la velocità e i fenomeni di erosione che esso produce, il colore e la natura delle sue acque.

Sono essenziali le osservazioni che si riferiscono agli affluenti, perchè sovente è avvenuto che si è preso per il corso principale di un fiume quello di un suo affluente. Si dovrà quindi determinare l'angolo sotto il quale un fiume affluisce in un altro, e giudicare nel miglior modo possibile l'ampiezza relativa dei due confluenti e il rapporto delle loro portate.

I fiumi possono presentare nelle varie stagioni diversità di portata assai grande e quindi possono essere più o meno atti alla navigazione; perciò si vede quanto sia importante indicare il tempo dell'anno in cui si fanno osservazioni sopra un fiume, cioè se è nella stagione delle piene o in quella della magre.

Non sempre un viaggiatore potrà dare indicazioni esatte sulla portata di un fiume; più facilmente potrà determinare la velocità approssimata nella stagione in cui egli osserva. Siccome questi due elementi essenziali per caratterizzare un corso d'acqua contribuiscono ancora a formarsi un criterio dell'estensione del bacino di cui accoglie le acque, così indicheremo i modi opportuni ad ottenerli.

Determinazione della velocità e della portata di un fiume.

Dicesi *portata* di una corrente la quantità di acqua che passa per una qualunque delle sue sezioni in un minuto secondo sessagesimale di tempo.

Si chiama *velocità media* in una qualunque sezione quella velocità che se fosse comune a tutte le molecole liquide che passano per la sezione medesima si avrebbe la stessa portata che si ha effettivamente.

In quello che segue dicendo *velocità* intenderemo *velocità media*.

Se s rappresenta l'area della sezione, v la velocità dell'acqua in quella sezione, e Q la portata del fiume, avremo:

$$Q = s\,v.$$

Si ha quindi da determinare s e v.

La sezione s si determina mediante opportuni scandagli, e si avranno così varie profondità a_1b_1, a_2b_2, ecc., a varie distanze Aa_1, Aa_2, ecc., dalla sponda A; da queste misure si potrà dedurre la superficie della sezione sia graficamente, sia col calcolo e, quando si hanno sufficienti osservazioni, con i metodi delle quadrature; ma questi sono poco praticabili dai viaggiatori.

La superficie approssimata delle sezioni sarà data da un semplice calcolo della superficie dei triangoli e trapezi che formano la figura seguente:

Cioè si avrà:

$$(1)\quad s = \frac{1}{2}\left\{ Aa_1\ ab_1 + a_1a_2\,(a_1b_1 + a_2b_2) + a_2a_3\,(a_2b_2 + a_3b_3) + a_3a_4\,(a_3b_3 + a_4b_4) + a_4a_5\,(a_4b_4 + a_5b_5) + Ba_5\ a_5b_5 \right\}.$$

La velocità del fiume varia secondo i varii suoi punti, e la linea secondo la quale è massima dicesi il *filone* della corrente. Se si è ottenuta la velocità del V filone, se ne deduce la velocità media approssimata colla formola:

$$(2)\quad v = 0{,}924\ V.$$

E quindi la portata è determinata dalla relazione:

$$(3)\quad Q = vs = 0{,}924\ Vs.$$

Si ha ora da determinare la velocità media v o la velocità del filone V. Varii sono gli strumenti atti a farla conoscere, come il tubo di Pitot, il mulinello del Woltmann, l'asta ritrometrica, ecc., e finalmente il galleggiante semplice.

In generale i primi sistemi non sono praticabili dai viaggiatori; e ove portino seco gli strumenti opportuni, dovranno, avanti la partenza, fare qualche pratica sul modo di usarli, e quindi nei trattati speciali troveranno le indicazioni opportune per dedurre dalle osservazioni le quantità richieste. Coll'ultimo sistema, un viaggiatore sprovvisto di strumenti potrà sempre avere in modo approssimato la velocità del filone di un fiume e quindi del fiume stesso.

Osserviamo intanto:

1° Che in un fiume il filone tende ad avvicinarsi alle ripe concave rispetto al fiume;

2° Che i galleggianti esteriori al filone tendono ad entrarvi;

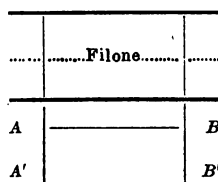
3° Che un galleggiante poco dopo che è entrato nel filone ne prende la velocità con tanto minor differenza quanto è minore la sezione verticale della parte del galleggiante emersa dalle acque.

Vediamo ora il modo di operare. La velocità del fiume andrà presa in un intervallo ove il corso delle acque sia il più possibile uniforme. Scelto l'intervallo, si cerca a monte un punto ove il filone si accosti alla sponda, ed allora si getta il galleggiante più che sia possibile vicino al filone. Se si potrà far uso di barca, si potrà procedere con più sicurezza; sovente il viaggiatore non ne ha a sua disposizione; ma però può accadere che il fiume sia così grande da renderla indispensabile; se non si può avere, starà al criterio del viaggiatore d'indicare le restrizioni che si debbono fare alle sue osservazioni.

Il galleggiante dovrà essere immerso più che sia possibile nell'acqua, ma non tanto che a qualche segno non si ricouosca dalla ripa. Si prenderà quindi nell'intervallo scelto, come si è sopra indicato, una distanza non inferiore ai 60 metri e si avranno così due punti A B. Supponiamo A a monte di B. Si farà in modo che la linea A B sia approssimativamente parallela alla direzione media del fiume.

Filone

A B

A' B'

Si pianterà allora in ognuno dei punti A e B un'asta verticale, e quindi a tre o quattro metri da A e B, in senso opposto rispetto al fiume, due aste A' B', in modo che la direzione AA' e la direzione BB' siano approssimativamente normali all'asse del filone.

Se un osservatore è in A e un altro B guardando attraverso le direzioni AA' e BB' noteranno con un orologio le ore t e t' in cui il galleggiante passa per il piano verticale che contiene le aste A, A' e B, B'. Sia L la distanza misurata fra i punti A e B. Avremo che la velocità del filone è data dalla espressione:

$$V = \frac{L}{t' - t}$$

e quindi colla formola (2) avremo la velocità media e quindi la portata Q.

Si può invece di aste adoperare dei fili che in due punti del fiume vadano dall'una all'altra ripa. Ma ciò non è sempre possibile, sia per l'impossibilità di traversare il fiume, sia per mancanza di corda di sufficiente lunghezza.

Intorno ai fiumi noteremo ancora essere molto importante che il viaggiatore noti, quando li traversa, la direzione della corrente rispetto alla direzione della sua propria strada, ricorrendo perciò alla bussola.

IV.

Sorgenti.

Le sorgenti hanno grandissima importanza, sia come infinitesimi principii di torrenti e fiumi, sia perchè sono sovente in correlazione con fenomeni vulcanici, e sovente per dare indizi della costituzione geologica dei terreni da cui provengono.

Si cercherà quindi di determinare, quando sia possibile, la quantità di acqua che danno in un dato tempo, cioè la loro portata, la loro temperatura, di osservare se formano incrostazioni calcaree, che effetti producono sulla vegetazione vicina, e finalmente di assaggiarle con i debiti riguardi. Sarà finalmente utilissimo, quando si abbiano opportuni recipienti in vetro, conservare in essi campioni delle sorgenti visitate.

V.

Laghi e paludi.

Il colonnello Jackson nel suo utilissimo opuscolo ha riassunto le osservazioni da farsi intorno ai laghi sotto i capi seguenti:

« Nome, situazione geografica e topografica; altezza sopra il livello « del mare e relativamente agli altri laghi vicini; comunicazioni sot- « terranee; forma, lunghezza, larghezza, circonferenza, superficie e « profondità; natura del letto e della spiaggia; trasparenza, colore, « temperatura e qualità delle acque; corsi d'acqua che vi affluiscono; « sorgenti, sbocchi e correnti; clima, suolo e vegetazione del bacino; « altezza e natura delle colline o montagne che possono circondarlo; « venti dominanti, rapporto medio dell'evaporazione comparato con la « quantità di acqua fornita, e altri fenomeni speciali; navigazione e « pescagione del lago. »

Si dovrà ancora osservare se il loro livello varia nelle diverse stagioni; l'esame della vegetazione delle ripe e delle roccie bagnate dal lago servirà talvolta a mostrare il livello più elevato in cui nell'anno salgono le acque del lago stesso.

Si dovrà osservare finalmente se i laghi sono origine di corsi d'acqua, o costituiscono bacini chiusi e le relazioni che possono avere direttamente o indirettamente con i mari.

Le osservazioni da farsi sulle paludi sono dello stesso genere di quelle dei laghi, benchè forse più difficili, presentandosi talvolta grandissime estensioni ove le acque spariscono per molti mesi; ed essendo incerto sovente se appartengono a proprie e vere paludi, ovvero se sono dovute a periodico sollevarsi delle acque provenienti da qualche fiume; tale, per esempio, è il caso che presentano il Nilo, l'Orenoco, ecc.

PARTE SETTIMA.

NORME CONCERNENTI LA NOMENCLATURA GEOGRAFICA

La scelta del metodo migliore per la nomenclatura geografica ha dato luogo a moltissime discussioni senza che fino ad ora si sia trovata una soluzione pienamente soddisfacente.

Ogni viaggiatore, per scrivere una data parola di altra lingua, si riferisce ai suoni della lingua propria e ricorre alle lettere dell'alfabeto corrispondente. Passando quel nome, come avviene per esempio in Europa, fra lingue che hanno alfabeti identici, ma che corrispondono a suoni diversi, ne nasce la più strana confusione. Così i francesi e i tedeschi scrivono la parola araba che significa monte *djebel*, gli inglesi *jebel*, e noi imitiamo i primi, mentre basterebbe, per riprodurre esattamente il suono arabo, scrivere semplicemente *gebel*.

Si è cercato, per riparare a questo e ad altri inconvenienti consimili, di scegliere un metodo di trascrizione universale per tutti i nomi geografici. Questo metodo non potrà mai risolvere compiutamente la questione, perchè il genio di ogni lingua tende a trasformare in dati modi la parola che accoglie nel suo seno, secondo speciali leggi di connessione e di trasformazione. Così i nomi francesi *Paris*, *Liége*, sono divenuti in italiano Parigi, Liegi, e nessuno penserebbe a mutarli.

Un altro inconveniente in origine affatto diversa, tende ad accrescere la confusione; esso è dovuto alla puerile ambizione di molti viaggiatori di dare nomi nuovi ai paesi nuovamente da essi scoperti, o che credono tali. Sia pure questo concesso in luoghi, come le regioni polari, ove per la massima parte i nomi geografici non esistono affatto; ma quando la lingua degli indigeni ha applicato un nome ad una località è grave errore sostituirlo con nome nuovo, mentre forse altri

viaggiatori ne dettero già altri al medesimo punto. Rimandiamo in proposito alla lettera con la quale Odoardo Beccari mostra la confusione che la moltiplicità dei nomi applicati a medesime località ha recato nelle carte delle isole Malesiache (1).

La prima regola che si deve quindi imporre un viaggiatore è di cercare di conoscere il nome dato dagli indigeni alla località ove per la prima volta pone il piede.

Per avere idea chiara del modo col quale deve farsi la trascrizione di un nome proprio di una lingua in un alfabeto di un'altra conviene dividere le lingue nei gruppi seguenti:

1° Lingue che hanno alfabeto identico a quello della lingua prescelta;

2° Lingue che hanno alfabeto diverso;

3° Lingue che non hanno alfabeto.

Se noi chiamiamo lingua primitiva quella a cui appartiene la parola da trascrivere, e lingua di trascrizione quella nella quale si vuol trascrivere la parola, osserveremo che:

1° Se la lingua di trascrizione ha l'alfabeto identico alla lingua primitiva dovremo distinguere due specie di nomi geografici: quelli in cui la lingua di trascrizione ha prodotto naturale flessione, come *Köln Colonia*, *London Londra*, e quelli che non ne hanno subìto l'impronta. I primi vanno accettati, trasformati; gli altri vanno identicamente trascritti; è in fondo questione di uso e di gusto;

2° Se la lingua di trascrizione ha alfabeto diverso dalla primitiva si dovrà qui pure distinguere le parole ormai in quella naturalizzate. Queste si adotteranno senza volerle artificialmente mutare. Per trascrivere le altre si dovrà adottare un sistema di parallelismo fra le lettere dei due alfabeti, e il viaggiatore dovrà indicarlo minutamente nella relazione del suo viaggio. Se l'alfabeto della lingua primitiva ha dei suoni non esistenti nella lingua di trascrizione si adotteranno per rappresentarli i segni alfabetici che danno i suoni rispettivamente meno differenti nella lingua di trascrizione, aggiungendovi un contrassegno cioè punti o virgole, ecc., sovrapposti o sottoposti, ecc., e dando opportuni esempi; oppure si ricorrerà coll'unione di più consonanti proprie alla lingua di trascrizione;

3° Se la lingua primitiva non ha alfabeto, la trascrizione presenta difficoltà grandissime; infatti, per esempio, il medesimo suono *sci* e che noi pronunziamo *sci*, l'inglese lo scrive *she*, il francese *chi*, il tedesco *schi*. I suoni però dell'alfabeto italiano, specialmente i suoni delle vocali, hanno analogia con quelli della massima parte dei popoli selvaggi

(1) *Bollettino della Società geografica italiana*, 1874, vol. I, pag. 482.

più di quelli propri a tutte le altre lingue europee. Anzi sir William Jones disse il sistema grafico della lingua italiana, relativamente ai suoi caratteri fonetici, il più perfetto di quanti ne siano in Europa, e per sua proposta esso fu adottato dalla società delle scienze di Calcutta per la trascrizione tanto delle lingue che hanno alfabeto diverso dall'europeo, quanto per quelle sprovviste d'alfabeto; e molti autori hanno seguito le norme indicate dallo scienziato inglese. (1)

Se però il sistema del Jones ha incontrato opposizione in alcune parti d'Europa, non vi ha motivo che ne abbia in Italia. Dunque lo consigliamo ai nostri viaggiatori. Coloro che desiderassero maggiori ragguagli li troveranno nel *Bollettino della Società geografica italiana* (2), ove questo argomento fu ripetutamente trattato e presso molti autori che hanno esposto vari sistemi; in ogni modo ci sembra che un sistema universale di trascrizione supponga una immobilità nelle lingue, in contraddizione coi fatti che appariscono dallo studio accurato della loro storia.

PARTE OTTAVA.

CARTE GEOGRAFICHE.

Le carte geografiche servono al viaggiatore per guidarsi nelle sue esplorazioni; queste poi alla lor volta gli servono a fare osservazioni per correggere le carte esistenti o a costruirne delle nuove.

Quindi si vede esser due i problemi generali che può avere da risolvere il viaggiatore, cioè:

I. Data una carta, dedurne l'orientazione della strada che vuol percorrere e la distanza di due punti segnati sulla carta stessa.

II. Date le osservazioni terrestri e celesti, dedurne la costruzione della carta.

(1) Citerò fra questi l'ufficio idrografico inglese, il Raper, ecc.

(2) Vol. III, 1860, pag. 141 e seg.; vol. XI, 1874, fasc. 1-2, pag. 1 e seg. La trascrizione dei nomi stranieri, nelle opere di geografia ed altre, è fatta nel nostro paese nel peggior modo possibile, perchè comunemente si tolgono tali e quali dalle opere scritte in tedesco, francese o inglese; in queste lingue però vi sono opere di testo che hanno fissato il modo di trascrizione per ogni nome di luogo; opere simili mancano per ora in Italia. Speriamo che vi provveda la Commissione instituita in proposito presso la Società geografica italiana.

Problema I.

Esso si divide nei due seguenti:

1° Data sulla carta la posizione di due stazioni, dedurne la direzione della via da seguire per recarsi da una stazione all'altra.

Notiamo prima di ogni altra cosa che un viaggiatore non può avere occasione di risolvere simile problema se non fra due stazioni non troppo lontane, e quindi bisogna che la sua carta sia fatta ad una scala sufficientemente grande; perciò egli può, nella massima parte dei casi, riguardare i paralleli e i meridiani fra le due stazioni, come linee rette, e quindi, confrontando la carta debitamente orientata con la bussola, avere le indicazioni richieste per risolvere questo problema.

2. Dati due punti sopra una carta, determinarne la distanza.

Bisognerà perciò risolvere i due problemi seguenti:

a. Dato un punto sopra una carta, determinarne la latitudine e la longitudine.

Se la carta che si considera è un mappamondo, ciò che non avvien mai per un viaggiatore, o una carta generale, ciò che avvien di rado, non si può pretendere di avere un metodo generale che dia una grande esattezza. La latitudine e la longitudine richieste si determinano ordinariamente *a vista*, per mezzo del meridiano e del parallelo, che passano per il punto dato e notando la distanza di esso dai lati del quadrilatero ove è situato questo stesso punto. Questo meridiano e questo parallelo dovranno essere tracciati esattamente, ogni qual volta sarà possibile farlo, e prolungati fino a quelle curve che portano le graduazioni in gradi e in frazioni di grado.

Nelle carte particolari, se i meridiani e i paralleli sono abbastanza avvicinati in modo tale da poter considerare i quadrilateri formati da queste linee come dei parallelogrammi, si risolverà molto semplicemente la questione di cui trattiamo conducendo per il punto dato due rette rispettivamente parallele ai lati di questo quadrilatero preventivamente divisi in gradi e minuti, e si conosceranno, per mezzo delle divisioni di cui si tratta e della graduazione marcata intorno alla carta la latitudine e la longitudine del punto dato.

Se il quadrilatero nel quale è rinchiuso questo punto, per quanto sensibilmente rettilineo, non potesse essere realmento assimilato a un parallellogrammo, le due rette da condursi nel senso dei paralleli AD e dei meridiani DC dovranno concorrere con queste medesime linee come ora esporremo:

Sia $ABCD$ il quadrilatero della carta, nel quale è il punto dato M: si condurrà per questo punto la retta aMd, parallela a AD, la quale incontrerà in a la retta OA e in d la retta OD, e si

barometriche e topografiche. Sovente fra le osservazioni celesti e terrestri vi saranno delle differenze; esso, confrontandole e tenendo conto della fiducia che può riporre in ognuna, potrà eseguire delle rettificazioni nella sua carta.

Volendo quindi costruire una carta parziale in modo approssimativo si comincia (Tav. V) (1) dallo scegliere una scala determinata; ciò fatto, si segna in un angolo qualunque del foglio un circolo ove si indica la direzione del Nord, che in generale si prende parallela al lato del foglio, parallelo egli stesso al piano visuale; quindi si conducono dei raggi che facciano con la direzione del Nord gli angoli dati dalla direzione della bussola alle differenti stazioni, e si segnano all'estremità di ogni raggio i numeri che determinano le due stazioni corrispondenti; quindi si conducono tante rette parallele, a partire dalla prima stazione (241 nel caso nostro) una al seguito dell'altra, in modo che la loro lunghezza, fra due stazioni consecutive, sia la distanza itineraria ricavata dal libretto diminuita di $\frac{1}{5}$ (per fare una prima correzione all'errore di stima del cammino percorso, dovuto alle sinuosità della via) e ridotta a una scala determinata, la quale nel caso nostro è stata scelta di $\frac{1}{1000000}$. Si avrà così (Tav. V) una carta con una prima approssimazione. E su di essa si porranno i punti lontani osservati con il sestante o con strumenti simili come si è indicato in principio di questo lavoro. Per fare una seconda correzione bisognerebbe conoscere, per esempio, le latitudini di due stazioni. Così supponiamo che si abbiano, per osservazioni dirette o per altra via, le latitudini 38° 47′ 10″ N della stazione 242 e 40° 2′ 20″ della stazione 250. Fra queste due stazioni vi sono quindi 75′ 10″ = 4510″ di differenza. Dalla Tavola *G* si vede che il grado del meridiano fra 39° e 40° di latitudine è di 111000 metri circa. E siccome in un grado vi sono 3600″ la distanza fra le latitudini che passano per le stazioni 242 e 250 sarà

$$d = \frac{4510 \times 111000}{3600} = 139058 \text{ metri.}$$

Dalla Tav. *I* si vede che questa distanza alla scala della carta è di 134000 metri circa, ossia di 5000 metri circa inferiore. Quindi per avere una carta più approssimata di quella della Tav. V bisognerà ridurre

(1) Questa Tavola dà una carta costruita sulle indicazioni scritte nel modello n. 2 della Tav. *I*. In esso supponiamo che la velocità oraria sia per l'uomo costantemente di 4500 metri. Il viaggiatore però dovrà accrescerla o diminuirla a seconda delle difficoltà più o meno grandi che può incontrare per via.

tutte le distanze di $\frac{1}{27}$ circa, se si vuole conservare la scala di $\frac{1}{100000}$; ovvero se si vuole lasciare intatta la carta aumentare la scala di $\frac{1}{27}$ e si segneranno sempre i paralleli dopo fatte queste correzioni. In modo analogo si opererebbe potendo giovarsi di osservazioni di longitudini. Sempre però bisogna riguardare più esatti gli angoli dati dal sestante che non le basi; si devono quindi correggere le visuali dopo aver corretto le basi, cioè la distanza percorsa.

Quando si voglia poi colle carte parziali, ovvero con i rilievi topografici più particolareggiati, comporre una carta generale e sufficientemente esatta, vi vorranno studii molto accurati, numerose osservazioni di longitudine e di latitudine, confronti con le osservazioni antecedenti, uso della teoria dei minimi quadrati per determinare la probabilità degli errori, lavori i quali, anche eliminando l'ultimo, richiedono sempre tempo e consigli di esperto geografo; le quali cose raramente è dato di poter eseguire durante il viaggio. Avanti d'intraprenderlo però sarà utile ricorrere alla lettura delle esplorazioni dei grandi viaggiatori moderni i quali seppero unire all'ardire tutte quelle cognizioni necessarie per giovare efficacemente ai progressi della geografia; e oltre a questi, oltre alle opere già citate nel corso di questa *Istruzione*, sarà utile ancora consultare fra altri il Jackson *How to observe*, il Galton *Art of travellers*, il Warren *On the reconnaissance of a new or partially known country* nei *Proceedings* della Società Geografica inglese (volume XIX, 1875, pag. 155); l'opuscolo pubblicato da questa stessa Società intitolato: *Hints to travellers;* le pubblicazioni dell'Ammiragliato inglese, cioè il noto *Manual of Scientific Inquiry*, e l'*Artic Manual*, pubblicato l'anno scorso in occasione della spedizione polare che ha testè lasciato l'Inghilterra, l'*Anleitung zu Wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen*, manuale compilato per uso della marina tedesca da insigni scienziati e viaggiatori della Germania, il recentissimo *Manuel du Voyageur* del Kaltbrunner. Utili indicazioni si troveveranno pure nei bollettini delle Società e periodici geografici specialmente inglesi e tedeschi e negli atti dell'ultimo Congresso Geografico tenuto a Parigi nel 1875.

(*Seguono i Prospetti.*)

Lunghezze del grado del meridiano e del parallelo per ogni grado di latitudine, supponendo lo schiacciamento terrestre eguale a $\frac{1}{299,15}$.

Tavola G.

Latitudine	Grado del meridiano o di latitudine	Grado del parallelo o di longitudine	Latitudine	Grado del meridiano o di latitudine	Grado del parallelo o di longitudine	Latitudine	Grado del meridiano o di latitudine	Grado del parallelo o di longitudine
	m.	m.		m.	m.		m.	m.
0	110563,7	111306,6	31	110858,0	95492,0	62	111432,3	52391,3
1	110564,0	111289,7	32	110875,2	94481,9	63	111448,3	50666,5
2	110565,0	111239,2	33	110892,8	93442,0	64	111463,9	48925,6
3	110566,7	111155,0	34	110910,7	92373,7	65	111479,1	47169,7
4	110569,0	111037,2	35	110928,8	91277,1	66	111493,9	45399,1
5	110572,0	110885,8	36	110947,2	90152,7	67	111508,2	43614,4
6	110575,8	110700,9	37	110965,8	89000,8	68	111522,1	41816,3
7	110580,1	110482,4	38	110984,6	87821,6	69	111535,4	40004,3
8	110585,1	110230,5	39	111003,5	86616,1	70	111548,3	38181,8
9	110590,8	109945,2	40	111021,6	85383,7	71	111561,3	36346,5
10	110597,0	109626,6	41	111041,8	84125,1	72	111572,4	34499,9
11	110604,0	109274,9	42	111061,1	82810,8	73	111583,8	32642,7
12	110611,6	108890,0	43	111080,5	81531,1	74	111594,4	30775,2
13	110619,7	108472,1	44	111100,0	80196,5	75	111604,5	28898,4
14	110628,5	108021,4	45	111119,4	78837,3	76	111614,0	27012,5
15	110637,9	107538,0	46	111138,9	77453,9	77	111622,9	25118,2
16	110647,8	107022,0	47	111158,4	76046,8	78	111631,3	23216,2
17	110658,4	106473,4	48	111177,8	74616,3	79	111638,9	21306,9
18	110669,4	105892,6	49	111197,2	73162,9	80	111646,0	19391,1
19	110681,1	105279,9	50	111216,4	71687,0	81	111652,6	17469,2
20	110693,3	104634,9	51	111235,6	70189,1	82	111658,1	15541,8
21	110706,0	103958,3	52	111254,6	68669,6	83	111663,3	13609,7
22	110719,2	103250,1	53	111273,4	67129,0	84	111667,6	11673,3
23	110732,9	102510,6	54	111292,1	65567,7	85	111671,4	9733,3
24	110747,1	101739,9	55	111310,7	63986,3	86	111674,4	7790,3
25	110761,7	100938,3	56	111322,9	62385,1	87	111676,7	5511,8
26	110776,7	100105,9	57	111347,0	60764,7	88	111678,4	3897,5
27	110792,2	99243,2	58	111364,7	59125,6	89	111679,4	1949,1
28	110808,1	98350,2	59	111382,0	57468,1	90	111679,9	0.
29	110824,4	97427,4	60	111399,1	55793,1	..	....	....
30	110841,0	96474,8	61	111415,8	54100,8	..	....	....

Tavola G.

Tavola per costruire le carte con la proiezione di Mercatore.

	0	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0°	. . . .	1° 00′ 0″	1° 00′ 1″	1° 00′ 1″	1° 00′ 1″	1° 00′ 2″	1° 00′ 3″	1° 00′ 4″	1° 00′ 5′	1° 00′ 6″
10	1° 00′ 9″	1 01 0	1 01 2	1 01 5	1 00 7	1 02 0	1 02 2	1 02 6	1 02 9	1 03 3
20	1 03 6	1 04 1	1 04 5	1 04 9	1 05 5	1 05 9	1 06 5	1 07 0	1 07 7	1 08 2
30	1 09 0	1 09 6	1 10 4	1 11 1	1 12 0	1 12 8	1 13 7	1 14 6	1 15 7	1 16 0
40	1 17 6	1 19 0	1 20 1	1 21 4	1 22 7	1 24 2	1 25 6	1 27 1	1 28 8	1 30 6
50	1 32 4	1 34 3	1 36 4	1 38 6	1 40 8	1 43 4	1 45 9	1 49 0	1 51 4	1 54 8
60	1 58 3	2 01 8	2 05 8	2 09 9	2 14 5	2 19 4	2 24 7	2 30 5	2 36 8	2 43 8
70	2 51 3	2 59 8	3 09 1	3 19 6	3 31 3	3 44 6	2 59 8	4 17 1	4 37 4	5 01 1
80	5 29 5	6 03 0	6 46 4	7 40 3	8 51 1	10 27 7	12 47 9	16 29 6	23 43 0	39 42 2

Uso della Tavola.

Si voglia dalla Tavola il richiesto parallelo; le diecine sono poste di fianco e le unità in cima. Alla loro intersezione si troverà in gradi e in minuti la distanza del parallelo richiesto dal prossimo inferiore; questa dovrà essere misurata dalla scala della longitudine della carta in costruzione.

Dato il parallelo di 30° si chiede quello di 31°

30 di fianco e 1 in cima s'intersecano in 1° 09′ 6 che sarà la distanza fra i due paralleli.

Dato il parallelo di 31° si chiede quello di 33°

32° = 1° 10′ 4
33° = 1° 11′ 1

2° 21′ 5 distanza fra i paralleli 31° e 33°.

1 *Tavola I.*

Numero stazioni	Luogo dell' osservazione	ARRIVO Mese	Giorno	Ora	PARTENZA Mese	Giorno	Ora	Ore di cammino	Velocità oraria in metri	Mezzo di misura	Distanza in metri	Bussola
241	....	gen.	—	—	gen.	30	10 a	7 15	4500	passo dell' uomo	32.625	20°
242	....	»	30	5 15 p	»	31	3 »	3 20	»	»	15,000	36
243	....	»	31	6 20 »	»	»	7 20 »	1 10	»	»	5,250	93
244	....	»	»	8 «	»	»	9 »	— 40	»	»	3,000	140°
245	....	»	»	9 40 »	»	»	9 30 »	— 30	»	»	2,250	120°
246	....	»	»	10 »	»	»	3 p	5 30	»	»	25,250	36°
247	....	»	»	8 30 »	feb.	1	8 a	8 55	»	»	40,125	25
248	....	feb.	1	4 55 »	»	2	6 »	8 55	»	»	38,625	30
249	....	»	2	2 35 »	»	1	4 »	18 45	4000	fiume *a*	75,000	27
250	....	»	3	10.45 »	»	—	—					

2

Mese	Giorno	Luogo dell' osservazione	Elevazione sul livello del mare	Ora	Termometro	Barometro	Aneroide

3

Mese	Giorno	Luogo dell' osservazione	Scopo dell' osservazione	Nome dell'astro osservato	Numero progressivo delle osservazioni	Ora del contatto	Altezza nell' orizzonte artificiale

Termometro	Barometro	Differenza di livello in metri	*Osservazioni*
21	755	....	Tempo nuvoloso. Vento moderato SO.
18	750	....	Pioggia con tuoni e lampi. Vento SE.
22	752	....	Tempo buono. Vento moderato NO.
18	752	....	Id.
17	756	....	Pioggia. Vento debole S.
18	757	 1720	Fiume di 320 metri di ampiezza. Corrente 20 metri al minuto. Tempo buono. Vento debole.
10	620	 1520	Tempo buono. Vento N moderato
20	740	....	Tempo buono. Vento NE debole.
17	750	....	Alla stazione 249 incontro del fiume *b*; larghezza 250 metri. Tempo nuvoloso. Vento NNO.
19	751	....	Fra le stazioni 248 a 249, 16 giorni di cammino a piedi in linea retta. La velocità del fiume *a* può stimarsi quindi $v = \frac{4500 \times 16}{18.45} = 3840$ metri all'ora. A motivo delle inflessioni si è preso $v = 4000$. Tempo buono. Vento N debole.

PSICROMETRO			Umidità relativa	Direzione del vento	Pluviometro	Stato del cielo ed osservazioni
Termometro bagnato	Termometro asciutto	Differenza				

Altezza reale non appurata	Valore delle osservazioni	Errore dell'indice	Altezza dell'occhio	Termometro	Barometro	*Osservazioni*

Riduzione di piedi, pollici e linee inglesi in metri.

Tavola J.

Linee Pollici Piedi		Metri		Piedi	Metri	Piedi	Metri
		Pollice = 12 linee	Pollice = 10 linee				
Linee	1	0,00211663	0,00253995	4	1,219	400	121,918
	2	0,00423	0,00508	5	1,524	500	152,397
	3	0,00635	0,00762	6	1,829	600	182,876
	4	0,00347	0,01016	7	2,134	700	213,356
	5	0,01058	0,01270	8	2,438	800	243,835
	6	0,01270	0,01524	9	2,743	900	274,315
	7	0,01482	0,01778	10	3,048	1000	304,794
	8	0,01693	0,02032	11	3,353	2000	609,588
	9	0,01905	0,02286	12	3,658	3000	914,383
	10	0,02117	0,0253995	13	3,963	4000	1219,178
	11	0,02328	....	14	4,268	5000	1523,972
	12	0,02539954	....	15	4,572	6000	1828,766
Pollici	1	0,02539954	....	16	4,877	7000	2133,569
	2	0,0508	....	17	5,182	8000	2438,355
	3	0,0762	....	18	5,487	9000	2743,195
	4	0,1016	....	19	5,792	10000	3047,945
	5	0,1270	....	20	6,096	11000	3352,739
	6	0,1524	....	30	9,144	12000	3657,534
	7	0,1778	....	40	12,192	13000	3962,329
	8	0,2032	....	50	15,240	14000	4267,123
	9	0,2286	....	60	18,288	15000	4571,917
	10	0,2540	....	70	21,336	16000	4876,712
	11	0,2794	....	80	24,384	17000	5181,506
	12	0,30479449	....	90	27,432	18000	5486,301
Piedi	1	0,30479449	....	100	30,480	19000	5791,104
	2	0,610	....	200	10,959	20000	6095,890
	3	0,914	....	300	91,438	....	....

Riduzione di metri in piedi, pollici e linee inglesi.

Tavola L

Millimetri Centimetri Decimetri	Piedi		Piedi			Metri	Piedi		Piedi			Metri	Piedi		Piedi		
	Pollici	Decimali	Piedi	Pollici	Decimali		Piedi	Decimali	Piedi	Pollici	Decimali		Piedi	Decimali	Piedi	Pollici	Decimali
mm. 1	0	03937	..	..	..	1	3	28	3	3	36	200	656	18	656	2	4
2	0	07874	..	..	..	2	6	56	6	6	72	300	934	27	984	3	6
3	0	11811	..	..	..	3	9	84	9	10	08	400	1312	33	1312	4	8
4	0	15748	..	..	..	4	13	12	13	1	44	500	1640	45	1610	4	8
5	0	19687	..	..	..	5	16	40	16	3	60	600	1968	51	1963	6	0
6	0	23624	..	..	..	6	19	68	19	8	16	700	2296	63	2296	7	2
7	0	27559	..	..	..	7	22	97	22	11	64	800	2624	72	2624	8	4
8	0	31496	..	..	..	8	26	25	26	3	0	900	2952	81	2952	9	6
9	0	35433	..	..	..	9	29	53	29	6	36	1000	3280	90	3280	10	8
cm. 1	0	393703	..	..	..	10	32	81	32	9	72	2000	6561	80	6561	9	6
2	0	79	..	..	..	11	36	09	36	1	08	3000	9842	70	9842	8	4
3	1	18	..	..	..	12	39	37	39	4	44	4000	13123	60	13123	7	2
4	1	57	..	..	..	13	42	65	42	7	80	5000	16404	50	16401	6	0
5	1	97	..	..	..	14	45	93	45	11	16	6000	19685	40	19685	4	8
6	2	36	..	..	..	15	49	21	49	1	32	7000	22966	29	22966	3	6
7	2	76	..	..	..	16	52	49	52	5	88	8000	26247	19	26247	2	4
8	3	15	..	..	..	17	55	78	55	9	36	9000	29528	09	29528	1	2
9	3	54	..	..	..	18	59	06	59	0	72	10000	32808	99	33808	11	89
dm. 1	3	937079	..	..	..	19	62	34	62	4	08	20000	65617	98	65617	11	78
2	7	87	..	..	..	20	65	02	65	7	44	...	...	..	...	..	.
3	11	81	..	..	..	30	98	43	98	5	16	...	...	..	...	..	..
4	15	75	1	3	72	40	131	24	131	2	4	...	...	..	...	..	..
5	19	69	1	7	68	50	161	04	164	0	0	...	...	..	...	..	..
6	23	62	1	9	60	60	196	86	196	10	8	...	...	..	...	..	..
7	27	56	2	3	36	70	229	66	229	8	4	...	...	..	...	..	..
8	31	50	2	7	94	80	262	48	262	6	0	...	...	..	...	..	..
9	35	43	2	11	40	90	295	28	295	3	6	...	...	..	...	..	..
10	39	37079	3	3	36	100	328	09	328	1	2	...	...	..	...	..	..

Fig. 2.
F
E
Stazione
C
D
f
e
Stazione
d
c
Fig. 6.
a
α
Fig. 4.
Schizzo generale
Fig. 5.
Schizzo particolare

Lit. Virano e Teano

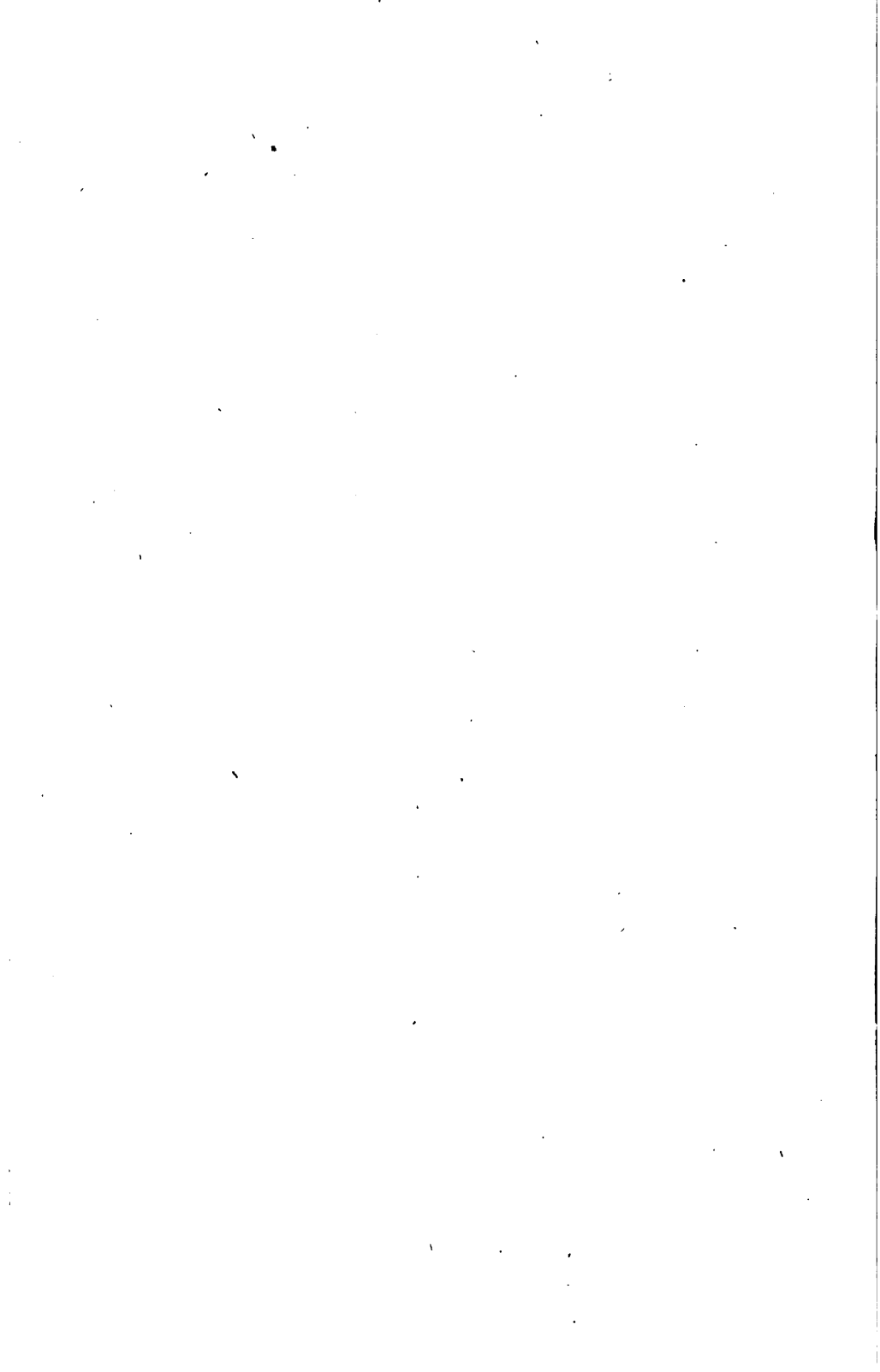
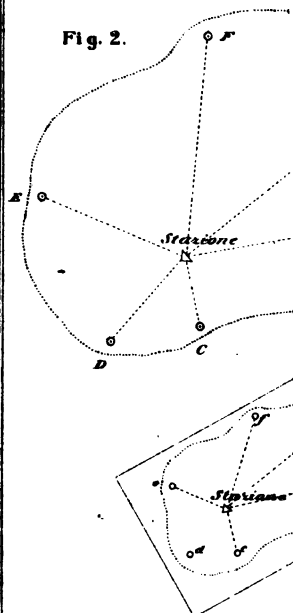
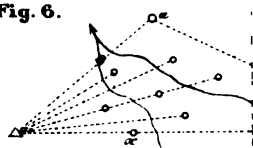
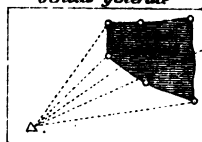
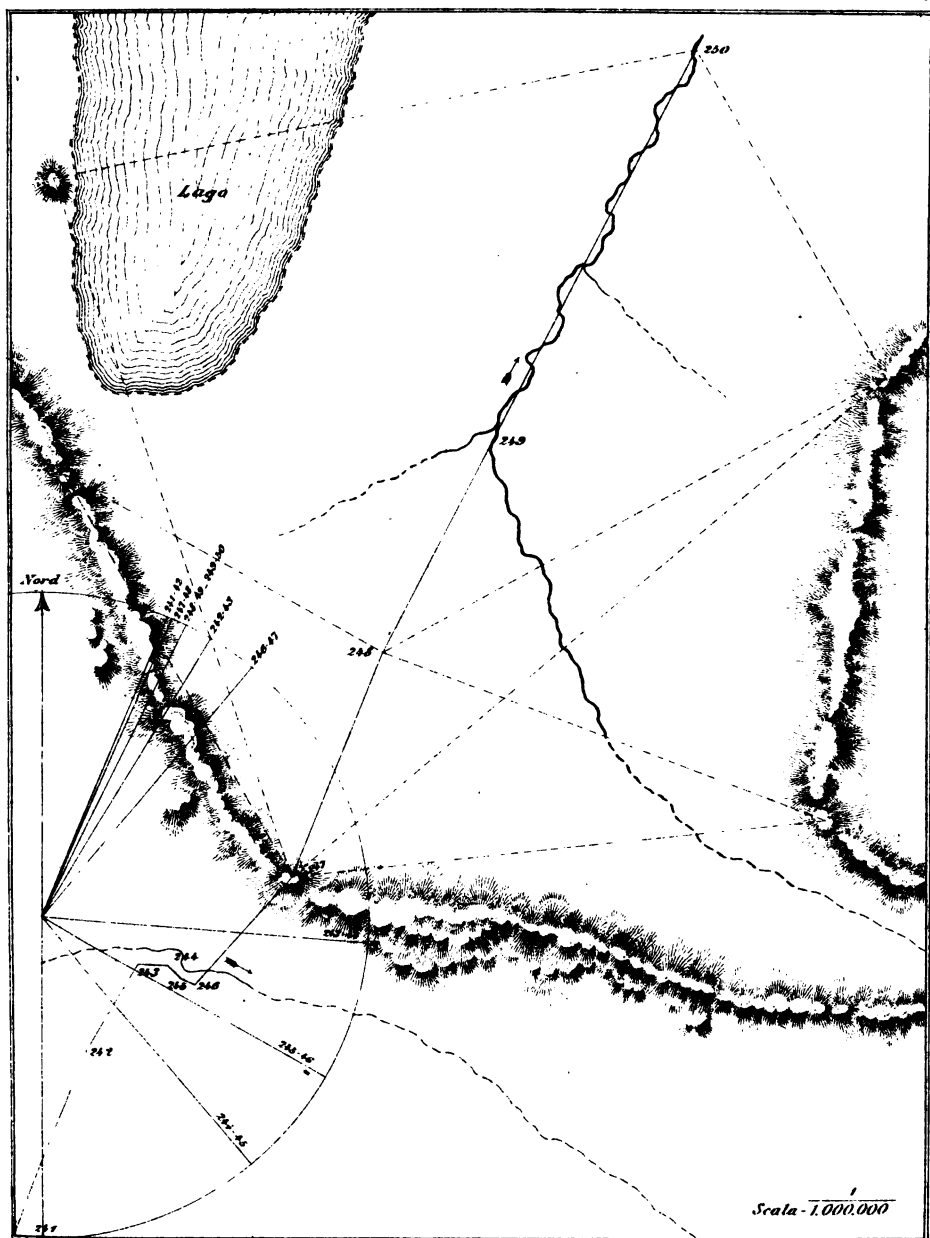
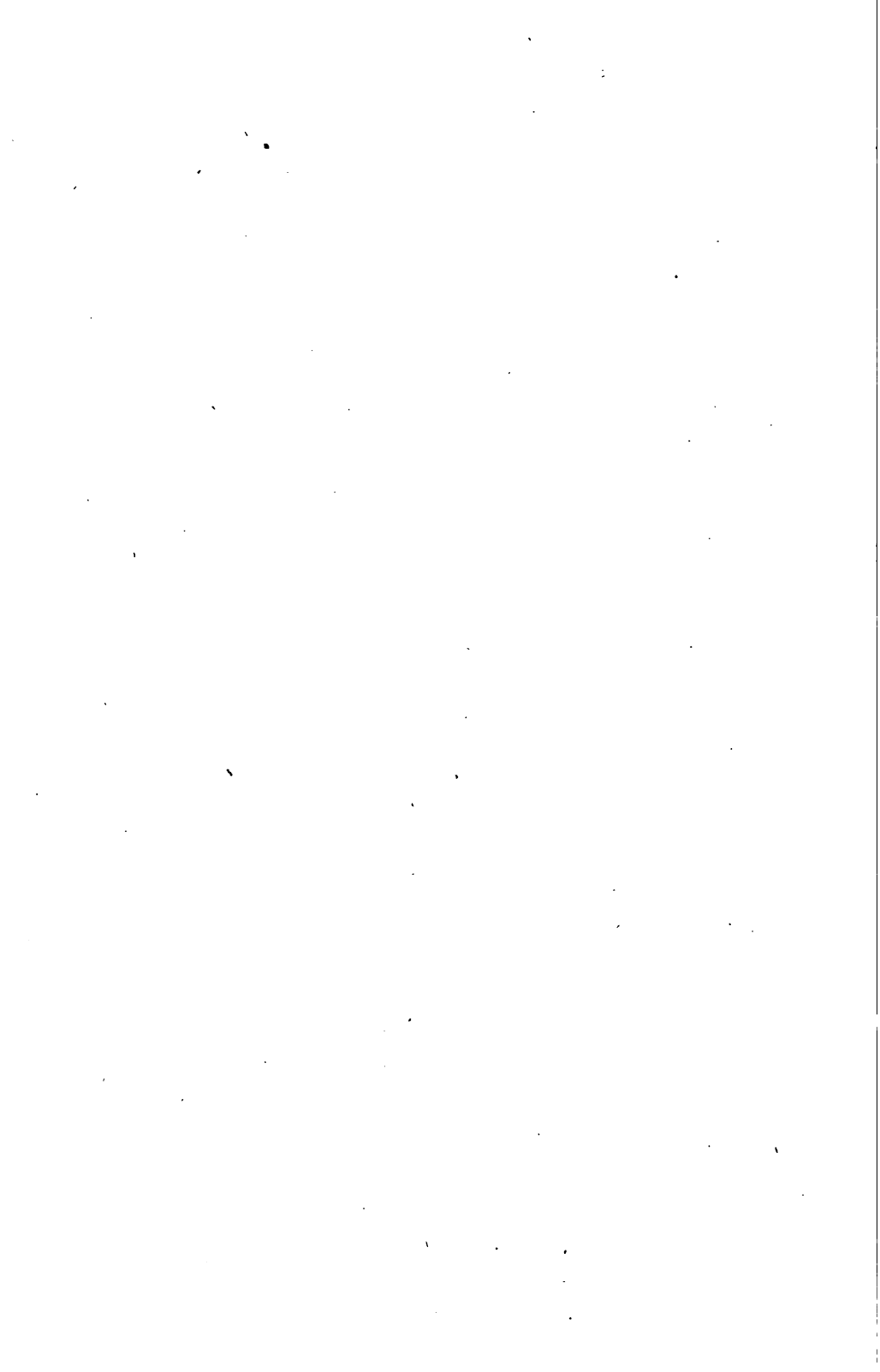
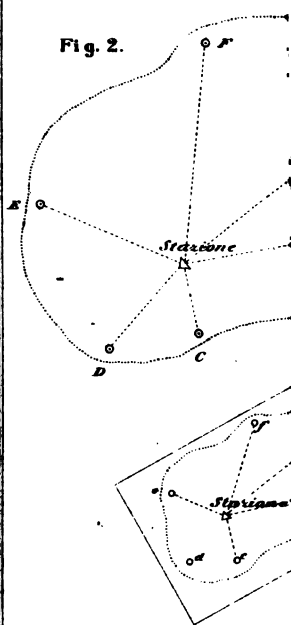
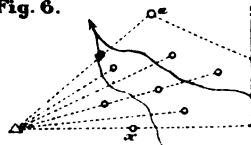
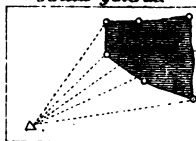



Fig. 2.
Stazione
Fig. 6.
Fig. 4.
Schizzo generale
Fig. 5.
Schizzo particolare

necessità di conoscere esattamente i movimenti superficiali delle acque dei mari per valutarne la influenza sul corso delle grandi navigazioni; si è dovuto stabilire con precisione il rilievo e la natura dei fondi marini prima di stendere sopra di essi i fili di comunicazione telegrafica; si è infine voluto spingere la luce delle ricerche scientifiche negli abissi inesplorati dei mari per conoscere le condizioni fisico-chimiche e biologiche che in essi prevalgono.

L'importanza originale di questo trascurato complesso di studi idrografici, la novità dei risultati ottenuti, l'aspettazione di quelli che rimangono da ottenere, hanno fatto ben presto nascere per questi studi un vero fervore scientifico. La geografia fisica, la geologia, la paleontologia, la zoologia ne traggono partito per allargare il campo delle loro ricerche e per rischiarare quello dei più ardui ed insoluti problemi. La nautica e l'idrografia ne ricevono grande impulso e progresso.

I Governi delle nazioni più ricche e civili, le società scientifiche più autorevoli ed influenti si sono ben tosto messe alla testa di siffatto movimento; giacchè è da sapere anzitutto che i *mezzi* ed i *modi* che servono ad esplorare questo nuovo e fertilissimo campo di ricerche scientifiche, sono di per sè laboriosissimi, costosissimi ed attorniati da gravi difficoltà, in guisa da esser più o meno sempre al disopra delle forze e degli espedienti dei privati. L'esempio della gloriosa iniziativa è stato dato per il primo dal Governo inglese e dalla Società reale per l'avanzamento della scienza, e stanno a farne fede le tre successive spedizioni del *Lightning* nel 1868, del *Porcupine* nel 1869 e nel 1870, e quella del *Challenger* recentemente compiuta. Quasi nello stesso tempo è entrato in campo il Governo degli Stati Uniti di America, ordinando una serie di ricerche nelle profondità dell'Atlantico lungo la costa americana. Tali ricerche, combinate a quelle delle spedizioni inglesi, hanno fruttato ben presto una conoscenza approfondita delle condizioni idrografiche di quell'Oceano. Lo stesso è a dire della spedizione idrografica ordinata dal Governo di Germania nel Mare del Nord e nel Baltico, ed altrettanto potrebbe affermarsi di altre simili spedizioni inviate dai Governi di Svezia e Norvegia, di Danimarca e di altri paesi ancora, sempre allo scopo di esplorare le condizioni fisico-chimiche e biologiche dei mari. Rechiamo in nota i titoli delle opere più autorevoli relative a queste ricerche (1).

(1) Wyville Thompson, *The Depths of the Sea.*

H. A. Meyer, *Untersuchungen über physikalische Verhältnisse des westlichen Theiles der Ostsee.* — Kiel, 1871.

S. R. Lorenz, *Physikalische Verhältnisse und Vertheilung der Organismen im Quarnerischen Golfe.* — Wien, 1863.

H. M. S. Challenger, Reports of Captain G. S. Nares.— N° 1. 2. 3.

I risultati conseguiti dalle accennate investigazioni, per quanto meravigliosi ed importanti, non potrebbero in alcun modo trovar posto in questo scritto, in ragione del titolo che porta, dell'intendimento per cui fu compilato e dei limiti di spazio in cui deve rimaner compreso. Qui ci proponiamo di chiamare l'attenzione dei lettori sui seguenti soggetti:

1° Scandagli e loro impiego;
2° Draghe e loro impiego;
3° Temperatura e modo di valutarla;
4° Gravità specifica e modo di valutarla;
5° Correnti marine e modo di valutarle.

PARTE SECONDA.

SCANDAGLI E LORO IMPIEGO.

Per la investigazione e ricerca scientifica delle profondità marine è di prima importanza il conoscere e possedere i mezzi che servono a misurare la profondità col massimo grado di esattezza; e questa non è certo la più facile delle bisogne, come per avventura potrebbe supporsi.

Una qualsiasi profondità può venire pressochè invariabilmente accertata col mezzo dello scandaglio e delle modificazioni che vi possono essere apportate.

I.

Scandaglio semplice.

Lo scandaglio semplice consiste in un forte peso legato al capo di una sagola graduata per tutta la sua lunghezza in distanze seriali di 10 a 10 di 50 a 50, di 100 a 100 metri. Il peso vien lasciato discendere colla massima rapidità possibile, ed il numero od il colore dell'ultimo

Nature, giornale scientifico settimanale di Londra per le corrispondenze delle spedizioni idrografiche in corso, inglesi ed americane.

The Admiralty Manual of scientific enquiry, 4th edit. — London, 1871.

Proceedings of the Royal Society concernenti le spedizioni idrografiche del *Lightning*, *Porcupine*.

Spratt, *Travels and researches in Creta.*

degli apparecchi da scandaglio per riescire alla graduale accumulazione di gran numero di osservazioni che col tempo servano a dare una idea esatta della natura del fondo di ogni regione sottomarina. Ora però rimane sempre allo stato di desiderio il possedere un istrumento semplice, il quale valga, con poca fatica e molta sicurezza, a portare a galla da una grande profondità (per esempio 2000 braccia) un saggio di fondo del peso presso a poco di mezzo chilogrammo.

II.

Scandaglio di Ross.

Nell'anno 1818, sir John Ross, trovandosi in spedizione per esplorare la baia di Baffin, inventò un congegno per ottenere scandagli e saggi di fondo da qualsiasi profondità. Lo strumento consisteva in una specie di forcipe, nel quale le grandi branche erano mantenute aperte da una specie di spranga interposta e costruita in modo che col venire in contatto del fondo si snodava in due parti e permetteva alle due branche del forcipe di chiudersi sotto la pressione di un forte peso che scorreva lungo le medesime. L'interno di questo scandaglio a forma di forcipe serviva a raccogliere e portare a galla una considerevole quantità di fondo marino. Con esso sir John Ross riescì a procurarsi cospicui saggi di fondo da profondità comprese fra 1000 e 1500 braccia nell'Atlantico del nord.

III.

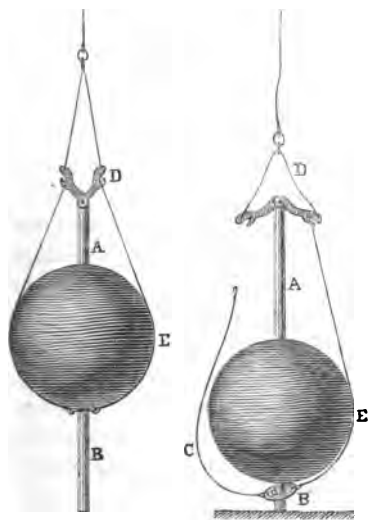
Scandaglio a vaschetta.

Una delle prime e più semplici forme di scandaglio atto a raccogliere un saggio di fondo è quella conosciuta sotto il nome di *scandaglio a vaschetta*, consistente in un lungo e conico peso di piombo, munito all'estremità inferiore di una coppa conica di ferro, sull'apertura della quale si adatta come coperchio un disco di ferro scorrente lungo un'asta dello stesso metallo, la quale tiene unita la coppa al peso di piombo. Il modo di agire di questo strumento porta che quando il peso scende velocemente nell'acqua, il coperchio vien tenuto scostato dalla bocca della coppa; mentre quando il peso ha toccato il fondo ed ha potuto immergervisi e la coppa si è ripiena di un saggio del fondo stesso, col ritiro dello strumento il coperchio è spinto contro la bocca della

coppa tanto che nei movimenti di ascensione dello scandaglio la quantità di fondo raccolto non rimane dispersa. Questo scandaglio a coppa o a vaschetta è molto utile per le moderate profondità dalle quali suole riportare quasi sempre saggi di fondo. Non si presta invece per le grandi profondità in causa del poco efficace modo di chiudersi della coppa.

IV.

Scandaglio di Brooke.

Circa nell'anno 1854 M. Brooke, giovine ufficiale della marina degli Stati Uniti d'America, propose al capitano Maury un modo di congegno per il quale una palla da cannone si staccasse dallo scandaglio non appena toccato il fondo ed in luogo della palla venisse portato alla superficie un saggio di fondo. Con tutte le modificazioni ed i miglioramenti apportati allo scandaglio ideato da Brooke, questo è pur tuttavia assai semplice, e consiste in una palla da cannone *E* del peso di chilogrammi 28 5, perforata nel suo asse in modo da poter essere attraversata da un'asta di ferro *AB*. L'estremità inferiore di quest'asta di ferro è provvista di una cavità o camera la quale, essendo spalmata di molle sego, deve servire a trattenere una certa quantità del fondo marino in cui si immerge. L'estremità superiore è munita invece di due bracci mobili *D*, i quali servono nello stesso tempo ad unire la sagola dello scandaglio *C* all'asta, sulla quale scorre la palla e a dare presa ad un'altra cimetta, la quale, nell'atto della discesa dello strumento, sostiene la palla da cannone, mentre nell'atto di contatto col fondo lascia libera la palla stessa. Le annesse due figure serviranno meglio di qualsiasi descrizione a spiegare il modo di struttura e di azione dell'apparato di Brooke.

Questa primitiva e semplice struttura dell'apparecchio di Brooke presentava l'inconveniente di raccogliere un saggio di fondo troppo piccolo e per di più facile ad andare perduto nel corso di ascensione del-

l'asta di ferro liberata dalla palla da cannone. Ad ovviare a questo e ad alcuni altri inconvenienti del detto apparecchio di scandaglio, il comandante Dayman della marina inglese vi praticò nel 1857 alcune modificazioni. Egli si servì di un filo metallico per sostenere il peso e per rendere anche più facile la messa in libertà del medesimo al momento del contatto col fondo; inoltre sostituì alla palla rotonda un cilindro di piombo dello stesso peso a fine di diminuire la superficie di resistenza ed ottenere una maggiore velocità di discesa; infine adattò alla piccola cavità dell'asta di ferro dell'apparecchio di Brooke una valvola che servisse ad impedire il distaccarsi del saggio di fondo raccolto. Questo apparecchio di scandaglio modificato del Dayman diede buoni risultati negli studi di rilievo per il collocamento del telegrafo transatlantico.

V.

Scandaglio Bull-dog.

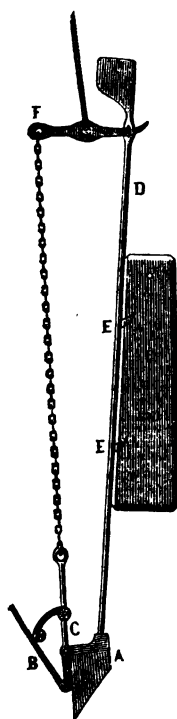
Lo scandaglio denominato *Bull-dog* è forse il più noto fra questi apparecchi. Nel suo meccanismo è una combinazione dello scandaglio *a forcipe* di sir John Ross e del principio di distacco del peso dello scandaglio di Brooke. L'autore di siffatto istrumento fu l'ingegnere assistente Steil, che lo ideò durante la spedizione di scandaglio della nave il *Bull-dog* della marina inglese, nell'anno 1866.

Per quanto molto ingegnoso, pure quest'apparecchio è troppo complicato, e non è difficile il persuadersi come in pratica possa presentare qualche inconveniente, specialmente riguardo al modo di agire efficacemente dei due cucchiai.

VI.

Scandaglio Fitzgerald.

Nella spedizione del *Lightning*, durante il 1868, venne impiegato dai naturalisti inglesi che la dirigevano lo scandaglio di cui si vede qui unito il disegno. Questo scandaglio, conosciuto sotto il nome di apparato di sonda Fitzgerald, fece le migliori prove non ostante che impiegato nelle più sfavorevoli condizioni di mare tempestoso. Come mostra il disegno, la sagola dello scandaglio è legata a un occhio posto a metà lunghezza di una sbarra di ferro *F* situata orizzontalmente.

Questa sbarra *F* di ferro si collega da un capo ad una catena metallica e dall'altro capo si introduce in un foro che si trova alla estremità superiore di un'asta metallica *D*, la quale si termina all'estremità inferiore in una scatola *A* a labbro molto acuto e ad apertura custodita da un coperchio che si muove per un congegno consistente in due bracci articolati *B* e *C*. A metà lunghezza della sbarra *D* si trovano due denti *EE* che servono a sostenere un forte peso. L'apparecchio essendo così montato, come nell'annessa figura, compie la sua discesa nelle profondità acquee; ma non appena il labbro della scatola *A* urta il fondo, viene ad essere alterata la tensione sotto la quale la sbarra *F* si manteneva orizzontalmente; la predominanza del peso unito alla sbarra *D* fa disimpegnare la punta della sbarra *F* dal foro della sbarra *D*, questa cade all'indietro trascinata dal peso, ed il peso stesso si libera dagli uncini *EE*; nello stesso tempo il coperchio della scatola *A* si apre e la scatola si riempie sul fondo. Col farsi luogo al movimento di ascensione dello strumento il coperchio della scatola è mantenuto in efficace chiusura per effetto della continua trazione della sagola sulla sbarra *F* e sulla catena che fa capo ai due bracci articolati *B* e *C*.

VII.

Scandaglio Hydra.

Lo strumento che venne impiegato durante la spedizione del *Porcupine* e che servì a praticare accuratissimi e molto profondi scandagli, fu quello immaginato ed impiegato dal capitano Shortland della marina inglese quando ebbe ad eseguire colla nave *Hydra* gli scandagli necessari per collocare il telegrafo delle Indie orientali attraverso il fondo del golfo Arabico.

Lo scandaglio *Hydra* è costruito al doppio scopo di raccogliere un saggio di fondo ed un saggio d'acqua. Si compone principalmente di un grosso tubo di ottone, il quale forma l'asse dello strumento e comprende nella sua lunghezza alcune distinte cavità e valvole che è

d'uopo ben descrivere per esattamente comprenderne l'azione. Queste distinte cavità sono quattro, comprese fra *A* e *B*; le tre inferiori sono chiuse rispettivamente da valvole coniche che si aprono verso l'alto e lasciano passare l'acqua scorrente lungo il tubo; la quarta e superiore cavità *A* contiene uno stantuffo l'asse del quale, *C*, si continua in alto e si termina in un anello a cui si guernisce la sagola dello scandaglio. La cavità superiore dentro la quale funziona lo stantuffo è provvista di un ampio foro sui due lati e circa a metà della sua lunghezza, mentre un piccolo foro attraversa il corpo dello stantuffo stesso. Nella porzione superiore dell'asse dello stantuffo salta fuori un dente metallico *D*, sull'intacco del quale si applica il foro di una molla d'acciaio leggermente arcuata. Il peso che accompagna il tubo d'ottone consiste in 3 o 4 grossi cilindri di ferro *F*, i quali a norma delle profondità da esplorare varieranno in peso fra 90 e 140 chilogrammi. Questo peso rimane sospeso (alla guisa di quello dell'apparecchio di Brooke) per mezzo di un filo di ferro, il quale si accavalla e si sostiene sull'intacco del dente *D*, allorquando la molla d'acciaio è montata dentro al dente stesso ed è mantenuta in tale posizione dalla tensione esercitata dal peso. La figura annessa rappresenta l'istrumento montato e in corso di discesa; lo stantuffo è totalmente fuori col suo asse, ed il peso è sostenuto dal filo che si accavalla al dente che protrae fuori dalla molla d'acciaio. Nel corso di discesa

dello strumento l'acqua scorre liberamente attraverso le cavità del tubo d'ottone e sgorga fuori dei buchi praticati nelle sue pareti. Non appena lo strumento tocca il fondo, lo stantuffo è costretto dalla trazione esercitata dal peso ad avanzarsi dentro la cavità superiore del tubo. Senonchè il suo avanzarsi dentro la cavità è reso difficile dalla presenza dell'acqua, la quale, assumendo un moto retrogrado, porta in chiusura le valvole e rimane custodita nell'interno del tubo insieme col saggio di fondo, il quale va a riempire l'inferiore delle dette cavità. Infine col trovarsi il peso in contatto del fondo si rallenta la tensione del filo metallico che lo sosteneva; questo è messo in libertà dal dente *D* per effetto della pressione della molla d'acciaio, in modo che l'intero peso *F* rimane abbandonato in fondo al mare, mentre il solo tubo d'ottone viene ritirato alla superficie dalla sagola dello scandaglio. L'interno di questo tubo contiene inferiormente il saggio del sedimento su cui è venuto ad immergersi e

superiormente il saggio di acqua raccolta nella massima profondità raggiunta.

Per quanto tale strumento sia sicuro nel suo modo di agire, nel senso che non lascia mai di procurare i saggi di fondo, pure presenta il non lieve inconveniente di dare questi saggi in troppo scarsa quantità. Questo inconveniente si fa tanto più sentire nei casi in cui non si può combinare l'uso ed il risultato della draga con quello dello scandaglio ad ogni stazione di ricerca. È specialmente in questi casi che, in luogo dello scandaglio *Hydra*, può venire con maggiore convenienza impiegato quello detto *Bull-dog* e quello di Fitzgerald, sempre allo scopo di ottenere un saggio di fondo in maggiore quantità. Il capitano Nares del *Challenger* si loda molto dello scandaglio *Hydra* dopo averlo impiegato con costante buon effetto nei massimi scandagli dell'Atlantico, durante il 1873. Qualora questo scandaglio venga costruito con un cilindro assile capace di raccogliere maggiore quantità di fondo ed il pesc complessivo ne sia fatto maggiore, il risultato offerto sembra non lasciare molto a desiderare.

VIII.

Scandaglio a secchio.

Prima di chiudere il capitolo che comprende l'enumerazione e descrizione degli scandagli che servono al doppio scopo di misurare la profondità e di raccogliere un saggio di fondo, lo scrivente vuole far conoscere un semplicissimo scandaglio, il quale in moderate profondità ha fatto buona prova. Questo scandaglio viene presentato senza alcuna pretesa di novità di concetto o di ingegnosità di costruzione. Consiste in un vaso a pareti metalliche (di lamina di ferro), ad estremità o fondo conico, a corpo cilindrico, a bocca rotonda e svasata. Questo vaso è sostenuto, alla guisa di un secchio, da un manico articolato e mobile al sommo del quale si lega la sagola. Un segmento della cavità di questo vaso è occupato da una massa di piombo, la quale serve a far sì che al momento di toccare il fondo il vaso stesso si adagi sempre di fianco e si presti così più facilmente ad agire come draga qualora trascinato. Il restante della cavità serve a contenere il saggio di fondo. Il peso e le dimensioni di questo scandaglio possono variare a piacimento a seconda delle profondità da esplorare. Lo scrivente si è valso con grande vantaggio (sia per notare la profondità, sia per raccogliere saggi abbondanti di fondo) di questo scandaglio, nell'occasione di fare il rilievo di quattro sezioni trasver-

sali del bacino lacustre compreso fra la punta di Balbianello inferiormente a quella di Bellagio superiormente, nel braccio del lago di Como. Lo strumento pesava circa dodici libbre, e circa sedici libbre quando era ripieno di melma raccolta nel fondo. La funicella a cui era legato era regolarmente graduata di cinque in cinque metri. Le profondità ricercate (essendo al massimo salite alla cifra di metri 378 per l'area lacustre compresa dentro le dette località) vennero dallo scrivente sempre determinate sull'esatto criterio della sensazione di tocco, comunicata alla mano sulla quale scorreva la sagola al momento del contatto dello strumento col fondo del lago. Questo dato di sensazione di tocco alla mano dell'esploratore fu, come doveva essere, la migliore dimostrazione per lo scrivente della esatta ed accurata riescita dell'operazione di scandaglio. Per maggiori profondità sarebbe occorso aumentare il peso dello strumento; cosa ben facile ad effettuarsi. Lo scopo delle accennate operazioni di scandaglio nelle grandi profondità del lago di Como era quello di studiare la forma del sedimento di melma vischiosa ed impalpabile che ricuopre il fondo dei bacini lacustri profondamente escavati, e di verificare principalmente se, come era stato asserito, questo sedimento di melma contenesse un'abbondantissima quantità di diatomee ed organismi affini.

IX.

Scandagli a grande profondità.

Allorquando si tratta di enormi profondità da determinare l' operazione dello scandaglio diventa laboriosissima e delicatissima. Il numero di tali operazioni non può quindi esser altro che molto ristretto, sia per il tempo che richiedono, sia per le favorevoli circostanze di mare di cui abbisognano. Così, ad esempio, nella spedizione del *Porcupine*, nel 1869, furono praticati scandagli in sole novanta stazioni ed in quella del 1870 in sole 67 stazioni. Come sopra è stato accennato, l'esattezza e buona riescita di queste ben condotte operazioni di scandaglio fu desunta dall'avere in ogni caso la mano dell'esperimentatore avvertito la sensazione di contatto fra lo scandaglio ed il fondo del mare. Per dare un'idea del come proceda e debba essere assistita una operazione di scandaglio in grande profondità, si crede opportuno di descrivere qui il *modus operandi* adottato per una delle più profonde operazioni di scandaglio che sieno state eseguite. Questa operazione venne praticata a bordo del *Porcupine*, nella baia di Biscaglia il giorno 22 luglio 1869 per raggiungere una profondità di fondo

di 2435 braccia. Lo scandaglio impiegato fu quello *Hydra*, con un peso di chilogrammi 148; la sagola era della miglior qualità, del peso ogni 100 braccia di chilogrammi 5669, della circonferenza di millimetri 3,13, della resistenza alla rottura di 636 chilogrammi allo stato di secchezza e di 549 chilogrammi dopo l'inzuppamento di un giorno, segnata sulla sua lunghezza da 50 in 100 braccia ed avvolta sopra un grande rocchetto dal quale si svolgeva liberamente.

Nel giorno 22 luglio 1869 il tempo era al buono, il mare appena mosso dal vento da Nord-Ovest con forza = 4. La posizione geografica era di 47° 38′ lat. Nord, 12° 08′ long. Ovest, alla bocca della baia di Biscaglia, circa a 200 miglia all'Ovest di Ushant sulla costa di Normandia. Lo scandaglio od apparato di sonda fu lasciato andar giù alle 2 ore, 44 m. 20 s. p. m., la sagola svolgendosi liberamente dal rocchetto e scorrendo sulla mano attenta dell'osservatore. La discesa dello strumento si compiè liberamente e senza alcun ostacolo nel tempo di 33 minuti e 55 secondi, con una misura di progressivo e graduale ritardo cagionato dal sempre crescente attrito della colonna d'acqua sulla lunghezza della sagola, come viene dimostrato dalla seguente tavola:

Braccia inglesi (*fathoms*)	Tempo	Intervallo o differenza	Braccia inglesi (*fathoms*)	Tempo	Intervallo o differenza
0	2 44ᵐ 20ˢ	0ᵐ 0ˢ	1300	2 58ᵐ 5ˢ	1ᵐ 23ˢ
100	2 45 5	0 45	1400	2 59 37	1 32
200	2 45 45	0 40	1500	3 1 9	1 32
300	2 46 30	0 45	1600	3 2 42	1 33
400	2 47 25	0 55	1700	3 4 19	1 37
500	2 48 15	0 50	1800	3 6 6	1 47
600	2 49 15	1 0	1900	3 7 53	1 47
700	2 50 24	1 9	2000	3 9 40	1 47
800	2 51 23	0 59	2100	3 11 29	1 49
900	2 52 45	1 22	2200	3 13 24	1 55
1000	2 54 0	1 15	2300	3 15 23	1 59
1100	2 55 21	1 21	2400	3 17 15	1 52
1200	2 56 42	1 21	2435	3 17 55	0 40

La misura di ritardo nella velocità di discesa dello scandaglio, constatata nell'operazione presa ad esempio servì a corroborare l'evidenza dell'esattezza dell'operazione; la quale evidenza trovò la sua mi-

gliore dimostrazione nel senso di arresto che la mano dell'esperimentatore ebbe ad avvertire nonostante che si trattasse di una profondità di 2435 braccia, cioè di pressochè 5000 metri. Questa è stata, fra le operazioni di scandaglio condotte con esattezza scientifica, una di quelle che hanno fino ai giorni nostri misurata la maggiore profondità. Lo scandaglio era accompagnato da due termometri e da una bottiglia per raccoglier acqua di fondo. Il tempo impiegato nel ritiro dell'apparecchio fu di 2 ore e due minuti. Il cilindro cavo della sonda fu trovato pieno di *melma dell'Atlantico* e i due termometri registrarono un minimo di 2° 5 cent.

Susseguentemente alla spedizione del *Porcupine* è venuta quella del *Challenger* ad ottenere scandagli in profondità anche maggiori. Così nella sezione di scandagli fra le isole Bermuda e San Tommaso la sonda ha determinata una profondità di 3875 braccia. Scrivendo di questa colossale operazione il capitano Nares dice: non aspettando di trovare una così estrema profondità venne aggiunto il peso di soli 152 chilogrammi alla sonda; ciononostante il mare calmo ed il buon tempo ci permisero di ottenere una misura corretta e precisa. Dopo che 3100 braccia di sagola erano filate in acqua, la velocità in discesa della sagola si manteneva a 2 m. 27 s. per ogni 300 braccia. Ritenendo che la sonda avesse toccato già il fondo, e che solo una corrente profonda trasportasse la sagola, fu tentato di trattenere quest'ultima, ma essa fece tale resistenza da mostrare che il peso vi era ancora attaccato. A 3700 braccia l'intervallo di tempo era divenuto di 2 m. 44 s., e terminò per esser di 3 1[2 m. almeno prima del momento di contatto col fondo e di distacco del peso. Avendo continuato a filare della sagola, non appena il segno di 3900 raggiunse il livello dell'acqua, la velocità di discesa si mostrò talmente diminuita da lasciar comprendere che il fondo era raggiunto dalla sonda. Infatti le successive 25 braccia di sagola lasciate andare impiegarono 3 m. 56 s. ad immergersi (1).

Uno di noi ha pubblicato altrove quanto segue in proposito delle istruzioni generali per le operazioni di sonda.

« Tutte le volte che si voglia praticare uno scandaglio, si avrà cura di scegliere le ore più calme e senza vento per ottenere che nel tempo della operazione il bastimento abbia a spostarsi il meno possibile, e che la discesa della sonda si faccia lungo una linea la più prossima alla perpendicolare. S'intende come, trattandosi ordinariamente di grandi profondità e spesso anche di posizioni fuori di vista della terraferma,

(1) *H. M. S. Challenger. Reports of Captain* G. S. NARES, *R. N., with abstracts of Soundings and Diagrams of Ocean Temperature in North and South Atlantic Oceans.* — 1873.

non sia il caso di poter calcolare sopra un'assoluta immobilità del bastimento per mezzo di ancoraggio, e nemmeno di valutare il movimento insensibile di traslazione dello stesso per mezzo di traguardi coi punti eminenti di terraferma. Il risultamento dello scandaglio con queste due sfavorevoli circostanze (che del resto sono le più frequenti a verificarsi) presenterà dunque un certo grado d'inesattezza, e sarà da aversi nient'altro che per approssimativo dentro un *più* di differenza che sarà da attribuire all'obliquità di discesa dello strumento in proporzione del moto di traslazione del bastimento ed anche, in qualche caso, all'influenza deviante di una corrente sottomarina. Egli è perciò che dalla cifra risultante da uno scandaglio si avrà a detrarre un tanto a conto dell'errore di deviazione, e ciò a discrezione del criterio dell' esploratore. Ed è forse per questo che in genere le cifre di scandaglio riportate dagli esploratori sono, come si suol dire, rotonde.

« In mare aperto e fuori della vista di terra ed in località di una certa importanza sia per la nautica, sia per successive esplorazioni colla draga, sarà sempre bene il determinare la posizione geografica del punto scandagliato; mentre nel caso più facile, in cui si sia in vista della costa, la posizione dovrà venir determinata coi traguardi e coi metodi geodetici.

« Si sottointende che, qualunque sia la struttura dello scandaglio e la profondità in cui si esperimenta, non conviene mai effettuare a braccia la discesa della sagola, ma bensì sempre per mezzo di un mulinello o rocchetto, attorno al quale si trovi avvolta. Egualmente s'intende che la mano e l'occhio dell'esploratore devono senza interruzione sorvegliare l'operazione e registrarne il procedimento.

« Che dall'osservanza di queste regole e cautele dipenda in gran parte il buon andamento delle operazioni si può desumere dalle seguenti parole inserite nel rapporto sulla spedizione del *Porcupine* nel 1869: Alla speciale abilità e solerzia con cui il capitano Calver atteso alle operazioni di sonda è stato attribuito se non un solo braccio di sagola e non uno strumento sieno andati perduti durante la spedizione. (1) »

Il capitano Calver del *Challenger* scrive che per ottenere i massimi scandagli erasi sempre impiegata la sagola conosciuta sotto il distintivo di n° 1, insieme ad un peso di chilogrammi 203 aggiunto alla sonda *Hydra*. Inoltre questa sagola n° 1 aveva fatto le migliori prove, nel senso che non si era mai rotta, per quanto sempre aggravata dall'aggiunta di alcuni termometri e bottiglie da acqua. Invece

(1) *Rivista marittima*, maggio 1871 e *Bullettino della Società geografica italiana*, fascicolo 2, vol. X, 1873.

quella distinta col n° 2, più sottile e meno resistente del n° 1, si sarebbe rotta, dando luogo alla perdita del cilindro della sonda, dei termometri e delle bottiglie da acqua che si trovavano assieme. Il capitano Calver consiglia quindi di far uso esclusivo della sagola n° 1 per gli scandagli in grandi profondità. Il capitano Calver riferisce inoltre che egli ha potuto, negli scandagli praticati, eliminare la causa più frequente d'inesattezza, consistente nel movimento di traslazione del vascello per opera del vento o di corrente superficiale. Su questo proposito il capitano Calver assicura che una corvetta a vapore della portata del *Challenger* si mantiene così bene ferma contro il vento da lasciar tempo alla sonda di discendere ed essere rimontata senza che la fune sia trascinata fuori della perpendicolare (1).

Se un bastimento a vapore di buona portata e debitamente manovrato può essere mantenuto pressochè immobile contro il soffio del vento ed il movimento di una corrente superficiale anche in alto mare, e se lo scandaglio preso così da questo bastimento può riescire correttamente ottenuto, non è lecito sperare che lo stesso avvenga quanto all'influenza di deviazione dalla perpendicolare che una qualunque corrente imprime sempre ed irrimediabilmente sulla lunghezza della sagola dello scandaglio. Quanto più la corrente sarà forte e profonda, tanto più l'errore sarà maggiore; anche senza parlare del caso, pure possibile, in cui la corrente trascini la sagola talmente fuori della perpendicolare da impedire alla sonda di toccare il fondo e di abbandonarvi il peso aggiuntovi e da far perdere all'osservatore ogni indizio e segno di contatto col fondo. Questo avvenne ultimamente al capitano Calver, mentre prendeva scandagli nell'area della corrente del golfo, fra le isole Bermude e San Tommaso. Su tale argomento egli conchiude col dire che, per qualsiasi grave peso e per qualsiasi più sottile sagola s'impieghi, bisognerà sempre tener conto della curva assunta dalla sagola dello scandaglio in diminuzione della profondità riscontrata. Così nel caso succitato, anche riescendo ad impiegare un filo metallico in luogo della sagola per aver la minor possibile resistenza, pure converrebbe sempre ammettere un errore di 100 a 200 braccia sulla profondità riscontrata, a titolo della deviazione procurata dalla corrente, ed un errore di 200 a 400 braccia in più per la cima distinta col n° 1 e carica con 152 chilogrammi di peso.

Recentissimamente, cioè nel luglio del 1874, il comandante del vapore *Tuscarora* della marina degli Stati-Uniti, capitano G. Belknap, intraprendendo gli scandagli nel Pacifico del Nord fra la costa giapponese ed americana, trovava opportuno (come già era stato preconiz-

(1) *H. M. S. Challenger, Reports, ecc.,* — 1873.

zato dal prof. Wyville Thompson) di sostituire il filo di rame alla cima di canapa.

Knap si loda di questa sostituzione e riferisce di aver potuto sondare con forte peso e con grande accuratezza fino alla profondità di oltre 4000 braccia.

X.

Apparecchio di Massey.

Si conoscono varii tentativi fatti allo scopo di ottenere uno strumento che misuri di per sè stesso il quanto di discesa di una sonda o scandaglio, a cui si trovi aggiunto. L'apparato di Massey è per certo quello che corrisponde meglio a tale scopo. Esso consiste in due anelli, all'inferiore dei quali si lega il peso di piombo di una sonda ordinaria e al superiore la sagola; questi anelli tengono in mezzo una pesante ed ovale piastra di ottone, nella metà inferiore della quale si trova imperniato una specie di congegno ad elice a quattro palette, mentre nella metà superiore si trova collocato un doppio contatore che è in comunicazione col perno su cui si muove il congegno ad elice, e rimane chiuso dallo sportello. Non appena comincia la discesa dello strumento la pressione dell'acqua agisce e fa muovere l'elice; il girare di questa si comunica all'asse o perno, il quale muove in conformità l'indice del contatore, tanto da compiere una rivoluzione completa ogni 15 braccia di profondità percorsa sotto qualsiasi velocità di discesa dello strumento. Inoltre l'indice del secondo contatore è combinato in modo con quello del primo, che ad ogni 15 braccia percorse segna una divisione e compie una intera rivoluzione durante la discesa di 225 braccia.

S'intende subito che questo strumento è costruito per la misura di una limitata profondità; ed anzi dentro questi limiti è di facile e sicura applicazione. Per le grandi profondità, poco o male potrebbe servire, visto che l'esperienza dimostra come sotto grandi pressioni idrostatiche simili congegni metallici rimangono quasi schiacciati ed impediti di muoversi liberamente.

XI.

Scandaglio di Belknap.

Prima di chiudere il capitolo che tratta delle sonde o scandagli complicati, cioè a dire costruiti in modo da servire al doppio scopo di misurare la profondità e di raccogliere un saggio di fondo, vuol essere

qui ricordata la così detta ***sonda a cilindro di Belknap***, la quale, a preferenza di altri strumenti dello stesso genere, ha dato eccellenti risultati nel 1873, durante la spedizione del battello a vapore *Tuscarora* degli Stati Uniti di America, nel Pacifico settentrionale.

Questa sonda cilindro di Belknap si trova così menzionata (nel *Nature*, Dec. 25, 1873): « Per raccogliere del materiale dal fondo, il cilindro di Belknap N. 2, diede i migliori risultati, la porzione inferiore del cilindro essendo usualmente ripiena con circa grammi 85 di materiale di fondo e la porzione superiore con acqua egualmente di fondo. Il materiale di fondo è raccolto e assicurato dentro la cavità da una valvola. Questa valvola è mantenuta da una molla spirale in posizione da chiudere l'apertura del cilindro cavo. Al momento di toccare il fondo e dell'immergersi in questo del cilindro per effetto del grave peso che lo accompagna, la valvola è spinta in alto, e così il materiale di fondo può introdursi e riempire la cavità del cilindro. Il peso consiste in due mezzi globi di ferro sospesi lungo il cilindro, col mezzo di una cimetta o filo di ferro, i quali sono automaticamente messi in libertà per il rilasciarsi della sagola al momento di contatto col fondo. Col sollevarsi dello strumento la valvola, per effetto della molla spirale, si porta a chiudere l'apertura dello strumento. »

Per quanto può valere questa breve descrizione, si comprende però che lo scandaglio a cilindro di Belknap (comandante il *Tuscarora*) deve essere, fra tutti quelli costruiti sul sistema di Brooke, il più sicuro ed efficace, appunto perchè il più semplice.

Con ciò crediamo di aver esaurito quanto, a nostra conoscenza, riguarda le sonde o scandagli ed il loro uso.

PARTE TERZA.

DRAGHE E LORO IMPIEGO.

Se lo scandaglio semplice o complicato è lo strumento principalmente destinato a determinare il rilievo dei fondi marini e la loro composizione e temperatura, la draga si può dire invece lo strumento posto principalmente a servizio delle ricerche zoologiche, e quello al quale oggi giorno si è debitori delle più rare ed importanti scoperte.

Già di per sè stesso l'impiego di questi due strumenti non può andare disgiunto, nel senso che in nessun caso mai è conveniente get-

tare la draga in mare senza prima conoscere in quanto di profondità e sopra quale natura di fondo questa debba agire. Infatti dalla conoscenza di questi due dati si prenderà regola per stabilire quali dimensioni, qual peso debba avere la draga, qual lunghezza in eccesso debba darsi alla sua cima, e così via di seguito, come più sotto verrà spiegato.

Ecco intanto che cosa s'intenda per draga e quale forma e struttura di draga debba esser preferita per le ordinarie ricerche dei fondi marini:

Allorquando si tratti di dragare dentro una profondità di 200 metri valendosi di una lancia o di una barca a remi, gioverà impiegare la draga di Ball. Questa, come tutte le draghe, si compone di una bocca di ferro quadrilunga, avente i due labbri formati da due potenti lamine di ferro inclinate sotto un angolo di 110° rispetto al piano della bocca a fine di poter mordere il terreno; più si compone di una doppia rete a sacco retroposta alla bocca, e di due maniglie di ferro, articolate e mobili, alle quali si lega la cima. Questa draga di Ball deve avere presso a poco 46 centimetri di lunghezza e 13 di altezza di apertura; e le due lamine che ne formano i labbri devono esser 8 centimetri larghe, ed inclinate in modo da presentare al loro margine libero e mordente 19 centimetri di apertura. Le due lamine di ferro sono alle rispettive estremità congiunte con una sbarra rotonda di ferro, ad ognuna delle quali si collegano mobilmente due lunghe braccia incurvate che formano le maniglie della draga. Il peso totale dell'ossatura di ferro della draga è di circa 9 chilogrammi. Nel margine grosso ed interno delle due lamine di ferro è praticato un ordine di fori che, per mezzo di altrettanti anelli di ferro, servono per la inferitura della rete a sacco, la quale per la draga qui descritta deve esser profonda circa 60 centimetri e formata da buono e robusto lesino, colle maglie di circa 15 centimetri di ampiezza.

Questa rete a sacco con maglie così larghe lascierebbe sfuggire molti piccoli corpi sottomarini, se non fosse in gran parte ricoperta da un'altra sacca di un tessuto a modo di canavaccio, il quale serve a trattenere nel suo fondo quanto potrebbe sfuggire alla prima rete. Ciò non ostante, buona parte di piccoli ed importanti corpi marini potranno, insieme al deposito del fondo, sfuggire dalle maglie della porzione anteriore della rete; ma d'altra parte è da riflettere che qualora il sacco della draga fosse totalmente formato da un tessuto di canavaccio, esso rimarrebbe ben presto ingombrato ed ostrutto dalla melma od altro deposito di fondo senza poter ulteriormente raccogliere altro materiale. Di qui l'importanza che le due reti o sacchi della draga sieno di tale conformazione e struttura da arrestare nel

loro seno ogni specie di corpi marini anche assai piccoli, e nello stesso tempo da permettere il libero passaggio dell'acqua ed il continuo vagliamento della sabbia o della melma raccolta dalla draga. L'oculatezza e l'ingegnosità dello esperimentatore dovranno risolvere le difficoltà presentate dai differenti casi, e mirare sempre allo scopo di mettere la draga nelle condizioni volute per la migliore sua azione come strumento collettore di corpi marini.

Per le profondità al di sotto di 100 braccia (circa 200 metri) la lunghezza di cima filata colla draga dovrà essere almeno del doppio della profondità. Al di sotto di 30 braccia (circa 60 metri) la lunghezza della cima sarà di circa tre volte tanto la profondità. Questa sovrabbondanza di cima lasciata alla draga fa sì che il labbro di questa possa mantenersi sempre applicato contro il fondo del mare, per effetto della gran curva che la cima stessa assume sotto il movimento lento del battello. A questo intento il moversi del battello deve essere lentissimo, non più di un miglio all'ora. Una maggior velocità obbligherebbe la draga a non raschiare più col suo labbro il fondo ed anche a rimanerne più o meno sollevata. Contro sì grave inconveniente sono principalmente da mettere in guardia i principianti e tutti quelli che in genere hanno poca esperienza dell'uso della draga; giacchè facilmente a questi accade di lasciar che lo strumento venga trascinato con un eccesso di velocità, per modo che in luogo di raschiare il fondo marino vi trascorra sopra e niente raccolga di quanto vi si incontra. D'altra parte è da evitare l'inconveniente opposto, derivante dallo sprofondarsi della draga nel fondo e dall'ancorarsi del battello ogni qual volta il movimento di quest'ultimo, per effetto di remi o di vela, sia troppo debole o lento. In ogni caso sarà sempre la mano esperimentata ed intelligente dell'osservatore che dovrà regolare la velocità del battello; in questo senso, che non appena gittata la draga in acqua, assieme all'imbando di cima richiesto dalla profondità, la mano dell'osservatore dovrà stringere la cima e sorvegliare costantemente il modo di comportarsi della draga, rispetto al grado di movimento del battello. Nei casi normali, cioè nei casi in cui la draga morde e raschia col suo labbro il fondo marino, la mano dell'osservatore posta sulla cima avverte uno speciale grado di tensione ed una specie di tremolìo che assicura del procedere dell'operazione.

Qualora si tratti di dragare contro corrente è sempre utile l'aggiungere alla cima un peso da circa 9 a 22 chilogrammi, alla distanza di 6 a 10 metri dalla bocca della draga. In questo modo s'impedisce in gran parte il sollevarsi della draga medesima od il suo procedere saltuario sul fondo marino per dato e fatto talora di una corrente di fondo moventesi in senso contrario, tal'altra di un'eccessiva velocità

del battello o di non sufficiente lunghezza data alla cima della draga stessa (1).

La cima, la quale sarà guernita alla draga, dovrà essere di eccellente qualità, fatta a bella posta e di una resistenza alla rottura per oltre il peso di una tonnellata; o meglio che si possa dire in genere di tale resistenza da poter arrestare, senza strapparsi, il corso del battello o della barca a vela da cui vien trascinata. L'impiegare una cima sottile e poco resistente sarebbe una male intesa economia, quantunque fosse moderata la profondità in cui si tratta di dragare; giacchè nel caso, non difficile ad incontrarsi, in cui la draga rimanga presa ed ancorata in mezzo a scogli o ad altre ineguaglianze di fondo marino, la robustezza della cima dev'essere tale da arrestare il corso del battello o della barca a vela, o almeno tale da dar tempo alla mano vigilante dell'esploratore di sospendere il corso dell'uno o dell'altra, e di far manovrare in guisa da retrocedere e girare attorno al punto in cui la draga è rimasta presa. Ad ogni modo, per evitare il danno della rottura della cima e della perdita della draga, si suole (nel caso di aver a dragare in un fondo sconosciuto, e molto più se roccioso) di assicurare la cima all'anello terminale di un solo dei due manichi, e quindi di legare l'anello dell'altro manico a quello del primo con una legatura di lana che sia molto meno resistente della cima della draga. Questa disposizione precauzionale si vede applicata bene spesso alla draga di Ball. Per tal modo, se accada mai che la draga s'impigli e si arresti colla bocca in mezzo agli scogli o davanti a qualsiasi ostacolo, lo sforzo esercitato sulla cima produrrà immediatamente la rottura della legatura di lana e la messa in libertà di un manico della draga, la quale verrà così più facilmente svincolata. S'intende che non sarebbe più il caso di valersi di questa precauzione, qualora il fondo sul quale la draga dovesse agire fosse, come lo è più di frequente, sabbioso o melmoso.

Dragando con un battello ed in piccole profondità, due o tre uomini basteranno a tirar su la draga; mentre invece, se si tratti di profondità al di sotto di 100 metri e di una barca abbastanza grossa, questi stessi tre uomini non potranno manovrare la draga senza l'aiuto di un mulinello a cui si avvolga la cima.

Il dragare in profondità al disotto di 200 braccia (circa 400 metri) diviene ben presto un'operazione estremamente difficile e laboriosa e ben al di sopra della portata di una barca ordinaria, sia a remi, sia a vela, e al di sopra dei mezzi meccanici ordinariamente posseduti dagli

(1) Oggigiorno viene generalmente adottato anche per la draga il filo metallico in luogo della cima di canapa.

amatori o dai privati. (1) Per dragare infatti in grandi profondità, si richiede almeno una goletta a vapore di buona portata, allestita in conformità e fornita di tutti i mezzi e meccanismi richiesti da simili difficili e costosissime operazioni. La cosa prende quindi il carattere e le proporzioni di una spedizione scientifica, e come tale esce dalla sfera dell'azione e dei mezzi dei privati per passare in quella dei Governi illuminati ed intraprendenti o delle società scientifiche, che per mezzi, influenze ed iniziative sono in caso di contribuire efficacemente all'avanzamento della scienza. Le memorabili spedizioni *Lightning* nel 1868, del *Porcupine* nel 1869 e 1870, e del *Challenger*, ai giorni che corrono, possono esser prese ad esempio della grandiosa e nazionale iniziativa con cui sono state intraprese in questi ultimi tempi le grandi operazioni di dragamento di cui qui si tiene parola.

La massima e ben constatata profondità a cui fino a poco fa sia stata utilmente usata la draga, è di 2435 braccia (4453 metri) nella baia di Biscaglia, durante la seconda spedizione del *Porcupine* nel 1870. Questa profondità, già di per sè imponente, è stata ripetutamente oltrepassata nel 1873 dalla spedizione in corso del *Challenger* nel seno dell'Oceano Atlantico, come risulta dalla tavola qui aggiunta, che può esser presa a modello del modo di tener conto di simili e di altre congeneri operazioni nelle profondità marine.

(1) A questa regola si presentano però alcune eccezioni. Così, ad esempio, il valente naturalista, reverendo Norman, scrive di aver potuto dragare comodissimamente nelle profondità abissali dei Fiords di Bergen in Norvegia, cioè fino a 400 fathoms di profondità, con una piccola barca e quattro uomini dentro. L'eccezione qui è data dal fatto che le acque dei Fiords sono sempre calme come quelle di un lago, e che le profondità scendono a picco a poche braccia lontano dalla costa.

Estratto dei massimi dragamenti operati fra Gibilterra, Madera, Teneriffa e San Tommaso (1).

DATA	Latitudine	Longitudine	Profondità in braccia	NATURA del fondo	Temperatura del fondo	Gravità sp. dell'acqua di superficie	Gravità sp. dell'acqua di fondo
1873 21 febbr.	24° 20′ N	16° 55′ W	2 740	Creta rossa.........	35°,6 F	1,0274	1,0275
25 id.	23° 12′ N	32° 56′ W	2 700	Id.	35°,5 F	1,0261	1,0276
26 id.	23° 23′ N	35° 11′ W	3 150	Id.	35°,4 F	1,0265	1,0277
1 marzo	22° 45′ N	40° 37′ W	2 575	Melma a Globigerina	35°,5 F	1,0262	1,0276
10 id.	19° 41′ N	55° 13′ W	2 650	Creta rossa	34°,9 F	1,0261	1,0272

Fra San Tommaso e Bermuda.

26 marzo	19° 41′ N	65° 7′ W	3 875	Melma grigia........	....	1,02657	1,02692
29 id.	24° 39′ N	65° 25′ W	2 850	Creta rossa.........	35°,0 F	1,02606	1,02709
31 id	27° 49′ N	61° 59′ W	2 700	Id.	35°,0 F	1,02605	1,02736

Fra Bermuda e New-York.

24 aprile	32° 18′ N	65° 38′ W	2 650	Melma grigia.......	35°,0 F	....	....

I.

Draga per le grandi profondità.

La draga che venne impiegata nella baia di Biscaglia, per la profondità di 2435 braccia, misurava alla bocca metri 1,37 di larghezza e l'altezza della medesima era di 20 centimetri all'orlo dei labbri e di 15 centimetri alla base di questi. Il peso dell'ossatura in ferro di questa draga (la più pesante fino allora adoperata) era di 102 chilogrammi. La rete a sacco era doppia. Tre pesi, l'uno di chilogrammi 50,7, gli altri due di 25 chilogrammi ciascuno, si trovavano legati alla cima a 500 braccia dalla draga. La cima era della miglior qualità, di 7 centimetri di circonferenza, e della resistenza alla rottura di tonnellate

(1) Tavole estratte da *H. M. S. Challenger. Reports of captain* G. S. NARES *R. M. with abstract of soundings and diagrams of Ocean temperature in North and South Atlantic Oceans.* — 1873.

2,25. Una delle maniglie della draga era interrotta ad un terzo della sua lunghezza, per dar luogo a due anelli, i quali, come nella draga di Ball, vanno legati assieme da un tratto di cima facile a rompersi sotto l'azione di un forte stiramento provocato da un sensibile arresto od imprigionamento della draga. Allorquando si debbono praticare numerosi dragamenti in grandi profondità, il bastimento che fa la spedizione deve esser fornito di una considerevole quantità di cima. Così è stato fatto per il *Challenger*, ed il comandante Nares raccomanda molto l'impiego della cima qui menzionata da 5 a 7 centimetri di circonferenza, come quella che durante i massimi dragamenti praticati nel seno dell'Atlantico, nel 1873, ha dato i migliori risultati.

La lunghezza della cima impiegata per dragare in 2435 braccia di profondità nella baia di Biscaglia fu di 3000 braccia. La eccedenza di poco più di 500 braccia di imbando di cima sull'ammontare della profondità assoluta non avrebbe bastato in verun modo a dare alla cima quella gran catenaria od obliquità che sotto la trazione permette pure alla draga di procedere col suo labbro continuamente aderente al fondo. Allo scopo quindi di ottenere un'azione efficace nella draga e di risparmiare l'emissione di un tratto di cima di 1/2 ed anche meglio di 2/3 in eccedenza sulla profondità verticale, venne adottato in questo caso, come va adottato in tutti i casi di dragamenti in grandi profondità, di applicare un peso di circa 76 chilogrammi a 500 braccia al davanti della draga.

L'operazione di scandaglio in 2435 braccia di profondità nella baia di Biscaglia, il giorno 22 luglio 1869, è stata già minutamente descritta. Non resta che aggiungere, in quanto alla successiva operazione di dragamento, che non appena conosciuta la profondità e la natura del fondo, la draga fu lasciata andare a fondo con 3000 braccia di cima, mentre il bastimento era debolmente spinto da una brezza moderata della forza = 4 da NO. Le 3000 braccia di cima furono completamente filate alle ore 5 50 pomeridiane. Alle ore 8 50 pomeridiane si cominciò a salparle col mezzo di speciale macchina a vapore, di cui si tratterà in appresso, senza ostacoli e con una misura di oltre 30 centimetri per ogni secondo. Alcuni minuti avanti 1 ora antimeridiana, comparvero i pesi, e poco dopo, nella mattina, la draga fu tirata a bordo, dopo che era stata pressochè otto ore in acqua, e dopo che aveva percorso un tragitto di oltre 8 miglia. La draga conteneva 76 chilogrammi di melma grigia, caratteristica dell'Atlantico.

In questa grandiosa e memorabile operazione di draga, la macchina a vapore ebbe a salpare un peso distribuito come segue:

Cima	2000 braccia (7 centimetri di circonferenza). .	Chilogr.	1814
	1000 braccia (5 centimetri di circonferenza). .	»	680
		Chilogr.	2494

Peso della cima in mare ridotto ad un quarto	Chilogr.	623
Draga e rete	»	125
Melma raccolta	»	76
Pesi legati alla cima	»	102
	Chilogr.	926

Il professore Wyville Thomson è di parere che anche per le enormi profondità, una draga del peso di 102 chilogrammi sia troppo grave, e che convenga ricorrere a draghe alquanto più leggiere. L'esperienza in questo proposito gli ha fatto conoscere che di frequente una draga molto pesante cade gravemente sul fondo appoggiando sulla sua apertura e non sull'uno dei due labbri, nel qual caso, qualora si tratti di fondo melmoso (come è la regola generale nelle grandi profondità), la draga s'immerge e si ostruisce nel sedimento melmoso, senza raccogliere più gli animali che ne abitano la superficie. In ragione di che il professore Wyville Thomson pensò d'impiegare, nella spedizione del *Challenger*, draghe molto leggiere con pesi fortissimi posti sul loro davanti.

II.

Radazze.

Ritenendo come importantissimo il far presenti i casi in cui il funzionare della draga rimanga incompleto od incerto, cade qui l'opportunità di far conoscere come, per osservazione dei naturalisti inglesi preposti alle spedizioni del 1868-69, venisse notato che una gran quantità di animali marini, come echinodermi, coralli, crostacei, spugne, rimanessero attaccati all'esterno della rete ed all'ultimo tratto di cima invece che trovarsi raccolti nell'interno della rete della draga stessa. Questo inconveniente suggerì al signor Calver, comandante il *Porcupine*, una modificazione alla ordinaria draga, che è necessario sia nota come quella che ha dato ottimi risultati.

Questa modificazione alla draga consiste nell'attaccare al fondo del sacco della stessa una lunga sbarra di ferro, e nel legare a questa una mezza dozzina di grandi e lunghe radazze, di quelle che a bordo

servono per asciugare i ponti. Questa semplice e facile aggiunta alla draga ordinaria segnò, fin dal primo momento che fu messa in pratica, una nuova èra per i dragamenti in grandi profondità, tanto meravigliosi furono i risultati che rese nelle ricerche condotte sul *Porcupine*. Il professore Wyville Thomson parla di queste radazze (in inglese *hemp-tangles*) come di un'aggiunta essenziale alla draga e di non minore importanza della draga stessa, e ordinariamente di maggiore e più efficace riuscita nella raccolta degli animali e di più facile adattamento alla qualità del fondo marino. Così è che il professore Wyville Thomson preconizza l'uso delle radazze, senza la draga, in tutti quei casi in cui per la natura del fondo la draga non è applicabilo, come in caso di fondo roccioso (1).

Queste radazze sono particolarmente adatte, come l'esperienza ha mostrato ai naturalisti inglesi, a raccogliere stelle di mare, crinoidi, coralli, spugne vitree, i quali organismi appunto compongono la fauna più caratteristica delle grandi profondità; tanto che uno di noi scriveva: « Ed in pratica questi mazzi di stoppa e di cavi sfilacciati « hanno corrisposto oltre ogni aspettativa, perocchè spesso sono stati « estratti gremiti di animali quando la draga era al tutto vuota. L'uso « di questi è quindi da adottarsi regolarmente in unione alla draga, ed « esclusivamente anche in quei casi in cui l'azione della draga mala- « mente si combini colla natura del fondo. » Ed altrove: « Per mia « parte ritengo al tutto inevitabile l' inazione della draga sui fondi mel- « mosi, tanto che io raccomando piuttosto e ad ogni modo, l'uso delle « radazze, filate a fondo con un buon peso (2). »

III.

Manovra della draga.

Sempre nel caso di dragamenti in grandi profondità, è necessario conoscere la regola teorica, secondo la quale dev'essere condotta la manovra del bastimento per rispetto alla draga che viene gettata in mare. Questa regola di manovra, applicata dal comandante Calver, consiste nel lasciare che il bastimento, facendosi avanti lentamente, vada in deriva per il tempo in cui tutta la cima è filata. In questo modo la lunghezza della cima stessa avrà necessariamente assunta una posizione

(1) Pei marinai l'uso della radazza, nella pesca dei ricci di mare, è tradizionale.

(2) *Rivista marittima*, maggio 1871, pag. 502-510.

obliqua. Non appena ultimata l'emissiòne della cima, il bastimento dovrà essere ricondotto a sopravvento, sempre con movimento lento ritornando sulla rotta già percorsa fino quasi al punto in cui la draga era stata gettata in acqua. Durante il movimento di ritorno del bastimento, il peso legato al davanti della draga scende al fondo tarscinandola seco fino a farla adagiare col suo labro sul fondo marino. Per tal modo, al momento di procedere definitivo del bastimento, a fine di mettere in moto la draga, la trazione si farà risentire direttamente sul peso e non sulla draga stessa, e così questa non correrà rischio di essere sollevata e staccata col suo labbro dal fondo. Nei dragamenti in massime profondità questa manovra di far ritornare il bastimento a sopravvento fino al punto in cui la cima della draga si trovi a picco, ossia perpendicolare, dopo che il bastimento stesso si è portato lentamente sottovento per circa una mezz'ora, viene d'ordinario ripetuta tre o quattro volte.

Come mezzo valevole a salpare la draga e lo scandaglio, il *Porcupine* era provvisto di una piccola macchina a vapore della forza di 12 cavalli, collocata a metà del ponte del bastimento, in modo da poter servire tanto per salpare di poppa quanto di prua, ed in media salpava più di 30 centimetri di cima al minuto secondo. Tale macchina è di massima necessità per i dragamenti e per gli scandagli in grandi profondità, in ragione del forte peso complessivo che questi presentano e dell'attrito che sopra vi esercita la colonna d'acqua attraversata.

IV.

Accumulatore.

Oltre di questa piccola macchina a vapore, si trovavano stabiliti a poppa ed a prua del *Porcupine* due congegni che servivano a sostenere la cima sia della draga, sia dello scandaglio. Questi due congegni consistevano ognuno in un robusto buttafuori, fissato in tale posizione da alcuni venti e da alcuni amantigli passati negli alberi del bastimento stesso. All'estremità di questo buttafuori è guernito un grosso bozzello, nel quale passa una cima, che da un lato fa dormiente sopra di un così detto *accumulatore*, dall'altro capo termina in una radancia, cui è incocciato un altro bozzello, dentro al quale passa la cima della draga o la sagola dello scandaglio. L'*accumulatore*, essendo formato da potenti correggie di gomma elastica, e sostenendo il bozzello in cui passa la cima della draga o dello scandaglio, serve mirabilmente a render cedevole il dormiente della cima ed a sottrarre

questa agli strappi che potrebbero venire dai movimenti subitanei del bastimento, e quindi al pericolo continuo ed irrimediabile d'una rottura. Egualmente un arresto nel corso della draga viene sopportato molto meglio dalla cima col mezzo di questo apparecchio, che l'esperienza ha mostrato essere indispensabile nelle operazioni in grandi profondità. Infatti, dal grado di allungamento e di tensione dell'*accumulatore* si giudica a meraviglia del grado di peso e di resistenza offerti dalla draga nel suo procedere, ed a seconda di questo indizio si regola il movimento del bastimento. In questo senso l'*accumulatore* per i dragamenti in grandi profondità fa l'ufficio della mano dell'esploratore intelligente posta sulla cima per i dragamenti in piccole profondità. Una specie di dinamometro può venire applicato all'*accumulatore*, in modo da indicare approssimativamente il grado di tensione a cui si trova seggetta la cima della draga e dello scandaglio. Nello stesso tempo il grado di sforzo di cui è capace l'*accumulatore*, si trova limitato in modo che l'*accumulatore* stesso non debba andar rotto, e molto meno che la cima stessa della draga debba rompersi prima dell'*accumulatore*. Nei quali casi di eccessiva tensione della cima e dell'*accumulatore*, è di regola di rallentare immediatamente il corso del bastimento, il quale, è superfluo il dirlo, dovrà essere a vapore.

La cima della draga vien raccolta in piccolo spazio, in vicinanza del punto da cui deve essere filata.

V.

Esame del contenuto della draga.

Allorquando la draga sia salpata, non resta più che vuotarla ed esaminarne il contenuto. È quest'ultima un'operazione di grande delicatezza e riguardo, la quale vuol essere completamente affidata alla diligenza ed abilità del naturalista zoologo. Si tratta infatti di non perdere porzione alcuna, per quanto piccola, del contenuto della draga; inoltre si tratta di raccogliere in mezzo al fondo marino, ordinariamente più o meno melmoso, tutti gli animali che cadono sott'occhio ad una prima ispezione, e (dopo averli lavati e ripuliti nell'acqua di mare) di distribuirli immediatamente in vasi ripieni di alcool o di altro liquido conservatore. Il restante del contenuto della draga deve poi essere accuratamente passato attraverso una serie di vagli o setacci metallici di graduata e sempre restringentesi apertura di foro, in modo da ottenere la separazione, per grado di dimensioni, di tutti gli elementi che lo componevano, dai più cospicui ai più fini e di microscopica natura.

In genere si può dire che l'importanza scientifica di una operazione di draga dipende sopratutto da due cose: 1° dalla cura ed intelligenza con cui gli oggetti raccolti sono preservati e notati per le future determinazioni; 2° dalla non minore cura ed intelligenza con cui le circostanze del dragamento, posizione, profondità, natura di fondo, temperatura, data, ecc., sono menzionate o nel diario o nelle tavole preparate a questo scopo. Soprattutto dovrà farsi massima attenzione nello stabilire esattamente la posizione geografica di ogni stazione di dragamento (in alto mare colla determinazione della longitudine e della latitudine, in prossimità e vista della costa, col valersi dei traguardi e della mira di punti fissi e prominenti) a fine di poter precisare bene la distribuzione geografica degli animali ed anche di ritrovare con sicurezza i punti gia esplorati.

Quanto al modo di fornire una nave inviata in spedizione per praticare dragamenti in grandi profondità, si comprende, da quanto è stato detto, come occorra provvederla di una considerevole quantità di buona e resistente cima, di alquante draghe colla relativa aggiunta delle radazze e di molti pesi di ferro da legarsi alla cima al davanti della draga stessa. La nave poi deve essere armata con tutti quei meccanismi che servono principalmente a manovrare l'enorme peso del complessivo apparecchio di draga, allorquando trattasi di sollevarlo dalle profondità marine.

PARTE QUARTA.

TEMPERATURA E MODO DI VALUTARLA.

Intorno al modo di determinare la temperatura dello strato superficiale del mare, il professore Wyville Thomson dà le seguenti istruzioni: « Si getti da bordo un bugliolo legato ad una cima, e si lasci stare appena immerso nell'acqua, finchè si sia messo, presso a poco, alla temperatura dell'acqua stessa; quindi si ritiri a bordo ripieno di acqua marina della superficie e vi si immerga un ordinario e ben corretto termometro a scala minutamente suddivisa, in modo da poter notare anche le frazioni di grado. Le osservazioni di temperatura superficiale dovranno essere prese ogni due ore, contemporaneamente a quelle dell'aria. Quelle verranno diligentemente notate nel diario, insieme alla determinazione della posizione geografica, dei punti di esplorazione termometrica, e del giorno e dell'ora precisa in cui furono prese. »

Per quanto ha tratto a piccole profondità, cioè a profondità comprese dentro i 200 o 300 metri, e di numerose osservazioni da praticare da mano non tanto intelligente e competente nel maneggio dei fisici istrumenti, uno di noi pubblicava quanto segue, nel' ***Bollettino della Società geografica italiana***, volume X, fascicolo 2°, 1873.

I.

Termometro di Meyer.

« In piccole profondità, e nel caso di molte e continue osservazioni, da istituirsi anche da persone non scienziate, potrà venire utilmente impiegato il termometro, adottato dal dottor Meyer, nella esplorazione degli stretti del Baltico. Eccone la descrizione data dall'autore:

« Per le mie ricerche io ho trovato confacente il seguente sem- « plice strumento. Questo è un termometro ben calibrato a mercurio, « e rinchiuso in un guscio di gomma-gutta indurita, della grossezza di « 25 millimetri attorno al bulbo, e di 6 millimetri lungo il restante « della colonna. Solo la parte della scala sulla quale sono segnati i « gradi è scoperta per mezzo di una fenditura longitudinale nel guscio « di gomma-gutta. La gomma-gutta è uno dei peggiori conduttori del « calorico, e perciò ritarda lo scambio di temperatura fra il mercurio « e l'ambiente acqueo. Ingrossando il guscio di gomma, si può otte- « nere qualunque grado di ritardo nello scambio. Per il mio termo- « metro occorrono 10 minuti prima che dia segno di variazione per « una differenza di 15° nell'ambiente, e richiede una intera mezza « ora prima che sia avvenuto completamente l'equilibrio. Perciò io « lascio il termometro almeno mezz'ora nell'acqua o nel fondo « da esplorare, prima che io lo ritiri. Dovunque questo metodo possa « adottarsi, come in tutte le stazioni di osservazione del Baltico, dove « le profondità sono piccole, io ritengo che questo termometro è quello « che si presenta come il più semplice e meno costoso. Io so bene che « esso non è adatto per le grandi profondità e neanche per viaggi di « esplorazione, a causa della perdita di tempo che richiede » (1). Tale ingegnosissima modificazione apportata al termometro semplice, rende utilizzabile questo strumento in caso di piccole profondità e di gran numero di osservazioni da affidarsi anche a persone non scienziate, e

(1) *Untersuchungen über Physikalische Verhältnisse des westlichen Theiles der Ostsee* von Dr H. M. A. Meyer. — Kiel, 1871, pag. 13.

può renderlo applicabile su larga scala nei casi di misura delle correnti degli stretti, dove occorrono osservazioni numerosissime per ben precisare il grado di temperatura di ogni strato d'acqua. Io perciò ritengo che il termometro (rivestito di gomma e ritardato nella sua azione) del dottore Meyer sia da tenersi in gran conto.

II.

Termometro Miller-Casella.

Per le grandi profondità acquee non serve più il semplice termometrografo a massimo e minimo, perchè questo non rimane indifferente nella esattezza delle sue indicazioni all'influenza della pressione idrostatica, la quale eleva (proporzionalmente al grado di pressione stessa) l'indicazione del termometro al disopra del vero grado di temperatura, cagionando una riduzione di volume nel bulbo dello strumento. Per dare una idea del valore della pressione idrostatica nelle differenti profondità, gioverà il dire che per le prime 1000 braccia questa pressione equivale presso a poco a 200 atmosfere, e che nell'acqua marina colla densità specifica di 1027 la pressione idrostatica aumenta in ragione di chilogrammi 19,689 per centimetro quadrato, per ogni 100 braccia, cioè esattamente di chilogrammi 1016 per ogni 800 braccia di profondità.

Per ovviare a questo grave inconveniente si pensò, nel preparare la prima spedizione del *Porcupine* nel 1869, di sottoporre i termometri a massimo e minimo alla prova artificiale di un torchio idraulico capace di pressioni equivalenti a quelle che i termometri avrebbero presumibilmente incontrate nelle profondità da esplorare. Scopo di questi esperimenti era di constatare la quantità di errori che si riscontravano nelle indicazioni termometriche, e di dedurne una scala di correzione per queste alterate indicazioni.

Senonchè, ad ottenere l'eliminazione dell'influenza della pressione idrostatica sul bulbo del termometro, venne immaginato allora quello che è conosciuto, ed è oggi giorno generalmente impiegato, col nome di ***Termometro protetto Miller-Casella registrantesi da sè.*** Questo consiste in un ordinario termometro di Six a massimo e minimo contenuto per tutta la sua estensione in un altro tubo di vetro. Lo spazio interposto fra i due tubi è in gran parte ripieno di alcool e, per il restante, di vaporo alcoolico. Per tal modo la pressione idrostatica non può altrimenti agire sul bulbo, diminuirne il volume e spingere l'indice al di là del limite voluto dal grado di temperatura, ed essere così motivo di

sensibile errore; giacchè nel termometro così protetto la pressione si limita ad agire sul tubo esterno facendo variare l'ampiezza della camera interposta ed il livello dell'alcool contenutovi; mentre la sensibilità del bulbo non rimane in alcun modo diminuita per l'interposizione del tubo di vetro e del sottile strato di alcool. Questo strumento, è conosciuto sotto il nome di *protected self-registering thermometer*, e si vende a Londra presso il signor Casella, costruttore di strumenti scientifici, il quale ha trovato modo di renderlo anche indifferente ai rovesciamenti ed alle scosse, col sostituire all'alcool degli ordinari termometrografi il creosoto, liquido di ben maggior densità e capace d'impedire alle due colonne mercuriali di disgregarsi all'atto di un rovesciamento. Gli esemplari che devono servire alle esplorazioni marine sono per di più chiusi in un astuccio metallico, provvisto di una fessura per il passaggio dell'acqua e per la vista della scala graduata.

Gli indici delle due colonne di questo termometrografo sono metallici, e vengono ricondotti in contatto del mercurio col mezzo di una calamita all'occasione di ogni nuova osservazione termometrica.

Il termometro protetto Miller-Casella è stato continuamente impiegato nella misura delle temperature in grandi profondità nelle spedizioni idrografiche del *Porcupine* ed in quella del *Challenger* tuttora in corso, come il più corretto e sicuro fra tutti gli strumenti di simil genere. In regola generale si sogliono aggiungere alcuni di questi termometri all'apparecchio di scandaglio ed alla draga stessa per ottenere in ogni caso la temperatura dello strato d'acqua immediatamente sovraincombente al fondo marino.

A fine di ottenere la temperatura del fondo si usa attaccare due o più termometri Miller-Casella a piccola distanza l'uno dall'altro al disopra dello scandaglio a peso che si distacca in contatto col fondo. Si lascia quindi rimanere lo strumento al fondo per circa 10 minuti, acciocchè si adatti alla temperatura ambiente, e quindi si ritira il tutto colla maggior sollecitudine possibile. Trattandosi di ottenere delle serie verticali di temperatura, cioè di conoscere precisamente qual grado di calore sia posseduto da ogni strato d'acqua attraverso una data profondità, i termometri verranno legati insieme al peso di piombo di un semplice scandaglio, e con questo discesi in successive profondità alla distanza di 50 a 50, di 100 a 100 braccia, ecc., a cominciare dalla superficie fino al fondo del mare. Questo modo di ottenere le temperature in serie verticali è molto lungo ed indaginoso, e può occupare giornate intere di lavoro. Si comprende però come sia necessariamente richiesto dalla qualità stessa del termometro, il quale registra il massimo ed il minimo di temperatura incontrata nel tempo dell'osservazione; per modo che qualora si voglia sapere a quale strato

d'acqua sia da attribuire un dato grado di temperatura offerto dal termometro, converrà sempre esplorare in una maniera sistematica e seriale gli strati d'acqua interposti fra la superficie ed il fondo; giacchè in tal modo solamente si riescirà a precisare con qual regola la temperatura sia distribuita nella colonna d'acqua da esplorare. Ad evitare la troppo rilevante perdita di tempo e fatica nell'ottenere queste temperature seriali, il signor Calver comandante del *Challenger* ha adottato lo espediente di legare alle volute distanze una serie di termometri lungo una cimetta carica di un peso di 23 chilogrammi. Questo modo sbrigativo è solo possibile qualora si tratti di profondità non eccessive e di colonne d'acqua non attraversate da correnti, mentre in caso contrario converrebbe aumentare di molto il peso, ed esporre così i termometri al rischio di andar perduti per causa di rottura nella cima al momento di salpare il troppo grave peso.

In proposito di queste eventualità il signor Calver, comandante il *Challenger*, osserva che, nell'ottenere le temperature seriali attraverso il corso di una forte corrente superficiale avviene frequentemente che si verifichi una irregolarità di indicazione termometrica consistente in *un meno* di temperatura segnato dall'indice. Questo errore in meno è da attribuirsi ad un disturbo dell'indice cagionato e comunicato dal tremolìo della cima al momento che questa, essendo in via di essere tirata a bordo, si trova mantenuta in forte tensione ed obliquità dalla corrente che passa con una velocità considerevole. In simile caso converrà impiegare un peso maggiore in fondo alla cima del termometro, e praticare il ritiro dello strumento attraverso la corrente con una certa lentezza e precauzione. Ad ogni modo questa possibilità di errore verrebbe esclusa coll'uso del termometro Negretti e Zambra più sotto descritto.

III.

Termometro Negretti e Zambra.

Per quanto il termometro protetto Miller-Casella si trovi fino a tutt'oggi generalmente impiegato per la valutazione delle temperature in grandi profondità, pure non è da dimenticare che presenta il grave difetto di registrare solamente l'infimo grado di temperatura a cui è andato soggetto, in modo che, se per avventura l'acqua di fondo fosse più calda di quella di un altro qualsiasi strato d'acqua superiore, l'osservazione riuscirebbe erronea. Vero è che questo caso per ora non è ancora stato verificato, essendo che l'acqua di fondo sia stata sempre

riscontrata la più fredda, col mezzo delle temperature seriali. Non per questo vien meno, nel termometro in esame, il difetto accennato. Oltrechè a questo difetto recentemente è venuto ad aggiungersene un altro, il quale consiste nell'aver lo strumento ceduto sotto l'enorme peso della pressione idrostatica allorquando esso, negli scandagli del *Challenger* durante il 1873, è stato spinto in profondità dalle quali risultava una pressione superiore a quella a cui artificialmente era stato sottoposto. È accaduto infatti, come riferisce il comandante Calver, che, nel salpare, il cilindro dello scandaglio disceso in 3700 braccia di profondità fra le isole Bermude e San Tommaso, si siano trovati i bulbi dei termometri rotti per aver ceduto ad una pressione equivalente presso a poco a chilogrammi 708,7 per centimetro quadrato (tonn. 4,47 per pollice quadrato). A quest'ultimo inconveniente si è pensato di rimediare col proteggere gli stessi termometri Miller-Casella con un tubo esterno molto più resistente di quello da prima usato, e poi col metterli in prova nel torchio idraulico a pressioni equivalenti a quelle incontrate nelle massime profondità esplorate.

Quanto al primo difetto di registrare solamente i massimi ed i minimi senza indicazione di per sè implicitamente notata dello strato di acqua a cui debbano essere attribuiti, recentemente è stato provveduto coll'invenzione di un nuovo termometro per parte dei signori Negretti e Zambra, fabbricanti di strumenti fisici in Londra (1). Questo strumento costituisce una vera novità sia per il modo con cui è costruito, sia per il modo con cui agisce nel registrare la temperatura di un qualsiasi momento e di un qualsiasi ambiente. Come appare dalla annessa figura, questo nuovo termometro consiste in una specie di sifone a due braccia parallele tutte di un pezzo ed in aperta comunicazione fra loro. Il braccio destro termina in un bulbo interno *A* ripieno di mercurio, ricoperto da altro bulbo esterno *B*, coll'interposizione di una camera ad aria rarefatta, chiusa in alto al collo del bulbo *C* e destinata a proteggere il bulbo interno contro gli effetti della pressione idrostatica. Uno strozzamento nel calibro del tubo nel punto *D*, subito al di sopra del collo del bulbo serve a render possibile un distacco netto fra il tratto di colonna mercuriale che trovasi al di sopra dello strozzamento stesso dal mercurio contenuto nel bulbo. Questo distacco si opera tutte le volte che venga rovesciato il termometro in modo che la quantità di mercurio posta al di sopra dello strozzamento *D* scorra nella curvatura dilatata *E* delle due branche e cada in fondo alla branca destra, come si vede appunto nell'annessa figura. La branca destra del sifone è destinata a servire di colonna registrante dello strumento ed ha al suo lato

(1) *Nature*, pag. 387, n° 229, vol. IX, 19 marzo 1874.

interno la scala graduata. Allorquando lo strumento vien messo in esperienza, la quantità di mercurio, che nella figura occupa il fondo della branca destra *F*, deve trovarsi nella branca sinistra al di sopra dello strozzamento *D* ed in maggiore o minore quantità a seconda del grado di temperatura. Ciò essendo, lo strumento vien disceso in quella qualunque profondità che si voglia esplorare. Raggiunta tale profondità, si lascierà il tempo necessario perchè la temperatura del bulbo si uniformi a quella dell'ambiente e perchè a seconda di questa il mercurio si equilibri attraverso lo strozzamento *D*. Dopo di che, per mezzo di un meccanismo, che qui è inutile descrivere, ma che è facile ad immaginare, si imprime un rovesciamento al termometro stesso tirando la cima a cui è legato ed obbligando il tratto di colonna di mercurio che trovasi, in quel momento al di sopra dello strozzamento *D* a scorrere rapidamente nella curvatura *E* ed a cadere nella porzione inferiore della branca destra *F*, dove rimarrà a segnare la temperatura del luogo e del momento in cui il rovesciamento è stato eseguito. Questo accaduto, il termometro per un movimento inverso a quello di rovesciamento ritorna nella posizione in cui era stato disceso e viene tirato alla superficie nel modo con cui si trova in figura.

Si comprende immediatamente che questo termometro nuovamente ideato da Negretti e Zambra ha il grande vantaggio su quello Miller-Casella di notare, a piacimento dell'osservatore, la temperatura di un dato punto e di un dato momento, senza possibilità di errore o di inesatta attribuzione nella indicazione fornita. Il prezioso istrumento non è atto però che a dare una osservazione per ogni volta che venga impiegato; non esonera quindi dal prendere le serie verticali delle temperature tutte le volte che si voglia conoscere il modo di distribuzione della temperatura fra la superficie ed il fondo di una data colonna d'acqua.

Qualunque siano gli strumenti impiegati, le temperature ottenute debbono esser diligentemente raccolte. Quelle di superficie saranno, insieme ai dati di posizione geografica, di tempo, di temperatura dell'aria, di stato dell'atmosfera, di condizione del cielo, di gravità specifica dell'acqua, notate su di una buona carta, lungo la linea di viaggio del bastimento, per servire poi al tracciato delle linee isotermiche. Quelle di profondità (se prese in serie verticali) serviranno, insieme ai resultati dello scandaglio, a formare della sezioni diagrammatiche di-

2° La totale quantità di gas disciolti in essa, e la relativa proporzione di ossigeno, nitrogeno, ed acido carbonico;

3° La quantità di ossigeno necessaria per ossidare la materia organica contenuta nell'acqua, facendo distinzione fra:

a) materia organica decomposta;

b) materia organica facilmente decomponibile.

I.

Determinazione della gravità specifica dell'acqua marina.

La determinazione della gravità specifica verrà fatta sotto una data temperatura ambiente (p. e. di 15° C) col mezzo di idrometri di vetro di molta sensibilità e graduati in modo da indicare la gravità specifica fino al quarto decimale. Fra gli idrometri che possono render utili servigi per la determinazione della gravità specifica dell'acqua marina, deve esser raccomandato il seguente del dottor Meyer.

« Il qui figurato areometro, per metà della grandezza naturale, è « costruito in ottone. Sulla bolla s'innalza un'asta sulla quale trovasi « la scala delle graduazioni. Al disotto della bolla evvi un piccolo peso, « che si può svitare e surrogare con un altro di maggior o minor gra- « vità, per variare il grado di peso dell'areometro, rispetto alle diffe- « renze di densità specifica dell'acqua da esaminare. Io suddivido la « scala in modo che essa permetta di distinguere delle differenze di « peso specifico di 1/10000. Una precisione così spinta non si può otte- « nere con strumenti di vetro, i quali, d'altro lato, avrebbero molti « vantaggi, con questo però, che dovendo portare una scala molto sot- « tile e lunga, e di facile rottura, malamente potrebbero esser confidati « ai marinai, e adoprati a bordo di piccoli bastimenti, per l'uso quoti- « diano. Si potrebbe a questo inconveniente portar rimedio coll'adope- « rare una serie di strumenti a scala più corta e determinata sopra « differenti e successive dosi di soluzioni saline, ma l'uso ne sarebbe mag- « giormente complicato, e l'acquisto più costoso. Io quindi ho adottato « l'areometro in ottone,....... « Il mio areometro porta segnate sui « due lati del fusto metallico delle divisioni; quelle di un lato segnano « i pesi specifici da 1/10000 fino ad 1/10150, e le altre sono dedotte « sull'aggiunta del piccolo anello metallico (A) al peso ordinario, e se- « gnano i pesi specifici da 1,0140 fino a 2,0290. Lo strumento è quindi « sufficiente per tutti i gradi di concentrazione dell'acqua di mare fino « a circa 4 per cento di salsedine (1). »

(1) Dr. MEYER, op. cit., pag. 10, 11 passim.

II.

Indagini chimiche sull'acqua marina.

Il procedimento seguìto per l'analisi dei gas disciolti nell'acqua marina, e adottato durante la spedizione del *Porcupine* dal chimico che ne era incaricato W. Lant Carpenter si trova così descritto nell'opera *The depths of the Sea* del professore Wyville Thomson:

L'apparato per l'analisi dei gas disciolti nell'acqua, era in sostanza quello descritto dal professore Miller nel 2° volume dei suoi *Elements of Chemistry*, con qualche modificazione apportata per renderlo insensibile ai movimenti della nave; queste modificazioni consistendo principalmente nel sospendere il tutto alla volta del camerino con mezzo di tubi di gomma, in modo da render le diverse parti il meno rigide che fosse possibile. Questo accomodamento rese possibile il praticare buone analisi anche durante il movimento di rollio della nave.

Il metodo di analisi può esser per sommi capi così descritto: 700 od 800 centimetri cubici di saggio di acqua venivano bolliti per circa 30 minuti, in modo che il vapore acqueo ed i gas sviluppati fossero raccolti sotto il mercurio dentro una campana graduata di Bunsen, essendo escluso ogni accesso dell'aria. La miscela gassosa veniva quindi trasferita in altri due tubi graduati, dove l'acido carbonico era prima assorbito da una forte soluzione di potassa caustica, quindi l'ossigeno era assorbito dall'acido pirogallico, mentre il restante gas veniva ritenuto nitrogene. Il risultato di tali analisi era sempre corretto e riportato alla temperatura fissa di 0° C., ed alla pressione barometrica di 760 millimetri, per essere suscettibile di confronto con quello delle altre.

Quanto alla determinazione quantitativa della materia organica, ogni saggio di acqua veniva diviso in due parti; ad una parte era aggiunta una piccola quantità di acido libero ed in ambedue era versato un eccesso di soluzione normale di permanganato di potassa. Al termine di 3 ore di tempo la reazione veniva arrestata coll'aggiunta di ioduro di potassio e dell'amido, e successivamente veniva calcolato l'eccesso di permanganato col mezzo di una normale soluzione di idrosolfito di soda. La parte d'acqua a cui era stato aggiunto l'acido libero denotava la quantità di ossigeno richiesto per ossidare la materia organica decomposta e facile a decomporsi; mentre l'altra parte di acqua dimostrava la quantità di ossigeno voluto dalla materia organica decomposta da sola, la quale era trovata ammontare ordinariamente ad una metà o ad un terzo dell'insieme.

E il caso qui di ripetere, come cosa da non dimenticare, che la esattezza di queste investigazioni chimiche dipende dalla bontà degli istrumenti che servono a raccogliere e a portare a superficie l'acqua delle profondità marine. Ora dopo quello ch'è stato detto sopra delle imperfezioni di tali istrumenti è anche il caso qui di concludere col professore Wyville Thomson, che non si può mettere troppa fede nei risultati fin ad ora ottenuti da tali investigazioni fisico-chimiche, e che molto resta ancora a fare in questo importante ramo di ricerche idrografiche.

Volendo pure accennare a qualche particolarità sui resultati ottenuti dalle analisi chimiche fatte a bordo del *Porcupine*, è il caso qui di aggiungere quanto segue: la gravità specifica dell'acqua marina diminuisce leggermente in vicinanza della terra, mentre s'innalza al di sopra della media in alto mare durante un forte vento; per regola generale la media gravità specifica dell'acqua di superficie è leggermente maggiore di quella dell'acqua di fondo.

Quanto all'analisi qualitativa e quantitativa dei gas, ossigeno, nitrogeno, e acido carbonico disciolti nell'acqua, è importante a sapersi che l'acqua di superficie contiene una maggior quantità di ossigeno ed una minor quantità di acido carbonico durante il soffio di un forte vento; che la totale quantità dei gas disciolti nell'acqua, sia di superficie, sia di fondo, è stata trovata equivalere circa a parti 2,8 in 100 parti di acqua: che la quantità di acido carbonico libero aumentava e che quella dell' ossigeno diminuiva coll'aumentare della profondità; che il massimo aumento di gas acido carbonico si rinviene appunto nello strato d'acqua sovraincombente al fondo del mare, quante volte questo fondo è abbondantemente abitato da animali, in modo che fra queste due circostanze del quanto di vita animale e del quanto di acido carbonico disciolto, possa ritenersi esistere una stretta connessione e dipendenza, tanto da essere possibile l'indurre dall'abbondanza e deficienza dell'una all'abbondanza e deficienza dell'altra. In questo proposito è da avvertire però che in località dove la profondità non eccedeva le 150 braccia, il risultato delle analisi dei gas non differiva sensibilmente, sia che si trattasse di acqua di superficie o di acqua di fondo, e sia che il fondo fosse ricco o sterile di vita animale.

Quanto all'acido carbonico contenuto nell'acqua marina, è da sapersi che questo gas mostra di essere fortemente trattenuto dall'acqua stessa durante un processo di bollitura nel vuoto. Esperienze fatte in proposito hanno provato che il solfato di magnesia e di calce disciolti nell'acqua marina sono la causa efficiente, in combinazione colla bassa temperatura e colla forte pressione delle grandi profondità marine,

della difficoltà colla quale l'acido carbonico si svolge dall'acqua del mare (1).

Quanto ai risultati generali di analisi della materia organica, decomposta o decomponibile, si può dire: che gli strati d'acqua intermediari a quelli della superficie e del fondo sono i più liberi da questa materia, appunto perchè la vita animale vi è presso che assente; che la totale assenza di materia organica è meno frequente nell'acqua di fondo, più nell'acqua degli strati di mezzo e per una cosa di mezzo per l'acqua della superficie; che in genere non si riscontra una grande differenza fra la quantità di materia organica decomponibile o decomposta fra l'acqua di superficie e quella di fondo.

PARTE SESTA.

CORRENTI MARINE E MODO DI VALUTARLE.

Le correnti marine presentano i più imponenti fenomeni e costituiscono i più difficili problemi della dinamica del mare. Queste correnti possono essere distinte in generali od oceaniche ed in parziali o limitate alle bocche dei mari mediterranei in riguardo alla loro estensione; in superficiali e profonde, ed in calde e fredde, in riguardo alla loro situazione e temperatura; in costanti e temporanee in riguardo alla durata e alla natura della loro causa (venti predominanti).

Le differenze di temperatura e di gravità specifica delle grandi masse di acqua sono le cause precipue delle correnti. Fra questi elementi causali il più importante è certo la temperatura, nello stesso modo che la temperatura costituisce il più importante dato per la valuta-

(1) La proporzione di alcuni dei principali costituenti della salinità dell'acqua di mare è stata recentemente determinata dal JACOBSEN col mezzo di 46 saggi di acqua raccolti dalle più differenti regioni e profondità durante la spedizione della *Gazzelle*. Per quanto concerne il CO^2 CaO, il JACOBSEN ottiene una media di 0.269 parti sopra 10,000 di acqua di mare; il minimo essendo di 0.220, ed il massimo di 0.312 parti di CO^2 CaO. Tali differenze egli le attribuisce principalmente ad errore di esperienze, e ne tira quindi la semplice conclusione (sfavorevole invero per certe predilette speculazioni dei biologi e dei geologi), che la proporzione del CO^2 CaO nell'acqua di mare è presso che invariabile. L'influenza dell'estesa appropriazione del CO^2 CaO per mezzo degli organismi, e quella della estesa rifusione del medesimo per via delle acque provenienti di sopra o di sotto terra, è ben presto eguagliata dalle correnti marine e resa di nessuna sensibile

zione delle correnti in genere e di alcune sopratutto in ispecie. Vi sono infatti delle correnti oceaniche superficiali (quelle che costituiscono i più vasti movimenti di acqua, e che producono i maggiori effetti di distribuzione di temperatura e di modificazione di clima), le quali si muovono così lentamente che il movimento loro a superficie è pressochè impercettibile e più o meno costantemente mascherato dall'azione dei venti in modo da non portare influenza di sorta sulla navigazione.

L'esistenza ed i confini di queste masse d'acqua moventesi sono solamente e facilmente possibili a determinare col mezzo del termometro.

Per le altri correnti a corso sensibilmente veloce è sempre molto più facile il determinarne il tragitto, la velocità, la direzione, i limiti a superficie ed in profondità, il volume e l'influenza sulla navigazione.

Ad ogni modo due sono gli strumenti che servono alla valutazione delle correnti, cioè il termometro, impiegato sia a superficie, sia in profondità in modo seriale e metodico, ed il misuratore delle correnti o draga-corrente.

Misuratori delle correnti.

Non essendo più il caso qui di ritornare sull'impiego del termometro e sul modo di tener conto delle osservazioni termometriche e delle circostanze concomitanti di varia natura, per averne già trattato addietro, non resta più che parlare degli strumenti conosciuti sotto il nome di misuratori delle correnti. Di questi, se ne conoscono due: uno, ideato dal signor Calver, comandante il *Porcupine*, nella spedizione del 1871 ed utilizzato nella valutazione delle correnti, superficiale e profonda, dello stretto di Gibilterra; l'altro, ideato dal dottor H. A. Meyer, ed

differenza per le analisi chimiche. Cosi è che non esiste una regione marina la quale più di un'altra fornisca migliori condizioni di vita per gli animali marini che secretano CO^2 CaO per contenere maggior quantità di tale elemento. E certo la prevalente abbondanza di questi animali lungo le coste ed in piccole profondità non è da attribuire a ciò che ha voluto far credere J. Davy, che in mare alto e profondo il CO^2 CaO venisse meno. E nemmeno è da accettare la supposizione di Forchhammer che questi animali avessero la capacità di cambiare il SO^3 CaO in CO^2 CaO. Il Jacobsen inoltre ha trovato solo ben piccole variazioni nella proporzione del cloruro e dell'acido solforico; ed in genere le sue osservazioni dimostrano che interviene una rapida ed efficace mistione delle acque marine delle differenti regioni e profondità, per forza delle continue correnti orizzontali e verticali.

usato nelle ricerche idrografiche della porzione occidentale del Baltico. Essendo questi due strumenti costruiti sullo stesso principio e differendo poco l'uno dall'altro, sarà più che sufficiente l'aver conoscenza dell'ultimo. Esso si compone di due lamine quadrate di zinco di 45 centimetri per ogni lato, le quali s' incontrano ad angolo retto. Questo misuratore delle correnti è provvisto di un peso che lo tiene immerso nell'acqua, e dall'altro lato è legato per mezzo di un sottil filo di rame ad un galleggiante. S'intende che le dimensioni dello strumento e la gravezza del peso aggiuntovi potranno esser variate a seconda che richiesto sia dalle diverse circostanze. Da qualunque parte la corrente venga, questo strumento è sempre disposto a rimanerne investito, vista la sua conformazione. Questo misuratore delle correnti di Meyer devesi, e mio credere, considerare come un perfezionamento della *draga-corrente* del comandante Calver, perchè è costruito di lamine di zinco e viene sostenuto da un filo di rame.

Volendo procedere alla determinazione della velocità e direzione di una corrente, si dovrà anzitutto verificare il suo movimento a superficie, se superficiale sia appunto la corrente; e ciò giovandosi di un galleggiante che emerga il meno possibile dalla superficie dell'acqua, perchè non abbia a rimaner influenzato dal soffio del vento, e riportando la posizione del galleggiante al traguardo di alcuni punti di terra ferma od a quello di un altro galleggiante fissato al fondo. Determinata così la condizione di movimento delle acque superficiali, si lascierà scendere il misuratore in una serie di profondità graduate di 5 in 5, di 10 in 10 metri, ecc., a seconda che verrà ritenuto opportuno; e così si verrà confrontando il movimento trasmesso dal misuratore al galleggiante a cui si attiene, con quello del galleggiante libero (in caso di corrente che scorra anche a superficie), od altrimenti coi punti fissi sopra menzionati. Chi disponga di grandi mezzi, e voglia procurarsi la soddisfazione di una dimostrazione complessiva e patente della valutazione di una corrente, non avrà che a discendere simultaneamente in progressive profondità una serie di misuratori legati ai rispettivi galleggianti. Questi galleggianti si vedranno muovere con diversa velocità (se non pur in diversa direzione) per rispetto ad un galleggiante immobile ed ancorato o per rispetto ad un altro che sia sfornito di misuratore, e che rappresenti quindi il puro movimento dello strato superficiale dell'acqua. In questo semplice caso di corrente unica e superficiale l'esperimento non presenta difficoltà. Per il caso invece di corrente che cambi di velocità nei diversi strati d'acqua, e più poi nel caso di una contro-corrente, le difficoltà di osservazione si fanno maggiori ed i resultati più complicati e soggetti ad errore. Questo caso appunto è quello che ordinariamente si verifica negli stretti, allorquando

questi mettono in comunicazione un bacino interno marittimo con un oceano.

Ho già in parte accennato che i due elementi di errore che possono alterare il risultato ottenuto col misuratore nel caso di dover valutare una contro-corrente (e che per la *draga-corrente* del capitano Calver sono: 1° l'azione del vento sulla parte emergente del battello impiegato come galleggiante; 2° l'azione della corrente superficiale sulla porzione immersa del galleggiante stesso; 3° l'azione della corrente degli strati interposti sulla cima della *draga-corrente*), ho già accennato, dico, che nel misuratore del dottor Meyer questi elementi sono tolti o ridotti alla minima espressione, essendo stato sostituito al battello un galleggiante ridotto alle minime proporzioni ed il meno possibile emergente sull'acqua, ed alla cimetta un sottile filo di rame. Anche in questo caso però converrà tener conto del modo di comportarsi del galleggiante da per sè, per dotrarlo dai risultati che lo strumento misuratore potrà fornire, disceso a differenti profondità in connessione col galleggiante stesso. Avuta la quale precauzione, potranno i seguenti corollarii servire a risolvere ogni caso, e ad interpretare qualsiasi risultato.

1° Se il galleggiante coll'istrumento sospeso ad una data profondità si muoverà nella stessa direzione e colla stessa velocità come se fosse libero, si potrà indurne che lo strumento sia sotto la influenza di una corrente eguale alla superficiala (supposto sempre che lo strumento ed il galleggiante abbiano una eguale superficie investita dalla corrente).

2° Se il movimento del galleggiante collo strumento sospeso risulti invece accelerato su quello del galleggiante da sè, se ne indurrà che nello strato esplorato dallo strumento la corrente ha la stessa direzione, ma di più una maggiore velocità della corrente superficiale; che se invece il movimento del galleggiante unito allo strumento sia ritardato, in tal caso si dovrà pensare ad una corrente profonda, o meno veloce, o contraria alla superficiale; meno veloce, se il rallentamento nel moto del galleggiante sia minimo; contraria se invece il rallentamento sia molto sensibile.

3° Che se il movimento del galleggiante unito allo strumento sia al tutto sospeso, e molto più se sia invertito, in tal caso si dovrà ammettere nello strato d'acqua in cui trovasi lo strumento una corrente contraria alla superficiale di maggiore o minore intensità.

Non si dissimula che questi corollarii non interpretano il caso che lo strato d'acqua in cui si trovi lo strumento sia stazionario, giacchè è evidente che, in questo caso speciale, il risultato è identico a quello espresso nella seconda parte del corollario 2°, cioè al caso di un ritardo poco sensibile nel corso del galleggiante, attribuito alla influenza di

corrente profonda, meno veloce della superficiale. A queste e ad altre difficoltà che potessero rimaner insolute dovrà l'esploratore e lo scienziato portare la massima attenzione.

Come galleggianti sono da raccomandare delle casse d'aria a pareti metalliche o di legno, del volume appunto necessario per sostenere il peso complessivo del misuratore della corrente, della cimetta o filo metallico e del peso aggiuntovi, e ciò per attenuare quanto più sia possibile il volume del galleggiante stesso, e l'influenza disturbante che o l'azione del vento o il movimento dello strato superficiale dell'acqua possono esercitare sul risultato del misuratore disceso in varia profondità. Il signor Calver, comandante il *Challenger*, riferisce che durante il mare cattivo, non essendo permesso l'affidare la draga-corrente al galleggiante o ad un battello, egli l'aveva impiegata lasciandola andare successivamente in 25, 50 e 100 braccia sottovento al bastimento, colla cima n° 2, e con un peso di 16 chilogrammi, mentre il bastimento stesso era trasportato con velocità da 1/2 a 3/4 di miglio. In questo caso il comandante Calver ebbe ad osservare che, dentro le 100 braccia di profondità, la cima si manteneva appoggiata contro il fianco del bastimento, dimostrando così che il bastimento si muoveva con maggior velocità della corrente. Invece in 150 braccia di profondità la cima si manteneva staccata dal fianco del bastimento, facendo comprendere che la draga-corrente aveva attraversato il forte della corrente. Queste poche indicazioni tolte dalle relazioni del comandante Calver servono a dare un' idea delle enormi difficoltà da cui è contrastata la valutazione delle grandi correnti oceaniche profonde.

Invece la valutazione delle correnti locali degli stretti e delle coste è molto più facile a praticarsi, perchè questa operazione è ordinariamente condotta in vista di terraferma od in acque così poco profonde da permettere di giovarsi di una barca ancorata come punto fisso di confronto per la valutazione dei movimenti presentati dalle correnti. Come è ben noto, queste correnti locali degli stretti che mettono in comunicazione i mari mediterranei cogli oceani sono sempre doppie ed in opposta direzione; una è superficiale, una profonda, con differenza fra loro di temperatura, di salsedine, ed anche di volume e velocità. Gli sbocchi del Mediterraneo, del Baltico, del Mar Rosso, ecc., presentano esempii di queste doppie ed opposte correnti.

Le correnti locali, temporanee, che s'incontrano lungo le coste e specialmente in mezzo alle isole, sono ordinariamente di difficile valutazione per la grande ineguaglianza della loro potenza. I venti e le maree, la conformazione o rilievo del fondo, la disposizione delle terre ferme ne rendono molto variabile e incostante la esistenza. Il dottor S. R. Lorenz, che ha studiate queste correnti nel golfo del Quarnero,

ammette tre modi di corrente: una corrente fissa conosciuta sotto il nome di corrente dalmata; una incerta e dipendente dal soffio del vento; una terza di esistenza tutta locale e precaria. Anche in questi casi di correnti sempre superficiali e più o meno sempre mutabili, incerte e dipendenti, i mezzi di valutazione saranno sempre ed esclusivamente il termometro ed il misuratore delle correnti.

GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA

PER

A. ISSEL.

PARTE PRIMA.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

Ad una persona di coltura ordinaria che si proponesse di imprendere utilmente qualche investigazione geologica consiglieremmo prima di tutto uno studio preliminare della mineralogia (1) e della geologia (2), avvertendo che per questo sono necessarie alcune nozioni fondamentali di chimica generale e di fisica (3). Poscia sarebbe a parer

(1) Vedi la parte delle nostre *Istruzioni* intitolata *Mineralogia.*

(2) Opere utili per chi voglia iniziarsi nella geologia sono, a parer nostro, le seguenti:

CREDNER, *Traité de géologie et de paléontologie*, trad. par MONIEZ. — Paris, Savy, 1879:

C. LYELL, *Principes de géologie*, trad. par T. MEULIEN. — Paris, Langlois et Leclercq, 1846;

C. LYELL, *Elements de géologie ou changements anciens de la terre et de ses habitants*, trad. par GINESTOU. — Paris, Garnier frères, 1864;

A. D'ARCHIAC, *Géologie et paléontologie.* — Paris, Savy, 1866;

A. STOPPANI, *Corso di geologia.* — Milano, G. Bernardoni e G. Brigola, 1871-74;

G. OMBONI, *Nuovi elementi di storia naturale, Geologia.* — Milano, Maisner e C., 1869;

G. OMBONI, *Compendio di mineralogia e geologia.* — Milano, Maisner e C., 1871.

N. B. Dei due trattati di LYELL abbiamo indicato le traduzioni francesi perchè più facilmente intese dal lettore italiano. Ma, com'è naturale, da chi conosce la lingua inglese sono da preferirsi le edizioni originali.

(3) Nella chimica è di capitale importanza la cognizione della nomenclatura, della legge degli equivalenti e delle proprietà essenziali di alcuni corpi semplici.

nostro necessario che lo studioso si esercitasse praticamente nella determinazione delle roccie e dei fossili più caratteristici, nella ricognizione dei terreni, nella interpretazione degli spaccati naturali ed artificiali. Tale tirocinio si può fare coll'aiuto di un maestro od anche col solo sussidio di buone opere speciali, e di carte geologiche, visitando le località più istruttive di un paese bene esplorato dai geologi, confrontando col vero le descrizioni che ne furono date, osservando partitamente i terreni più studiati e verificando ogni più minuta particolarità avvertita da altri (1).

Se poi le osservazioni del viaggiatore dovessero limitarsi ad un oggetto speciale, cui avesse rivolto in tempo la propria attenzione, ognuno vede che il prepararsi costerebbe meno tempo e meno fatica.

I còmpiti che un viaggiatore può prefiggersi rispetto alle investigazioni geologiche sono svariatissimi e differiscono evidentemente secondo le cognizioni e le attitudini della persona, secondo il paese che deve percorrere, secondo lo scopo e la durata del viaggio.

Colui che, possedendo la preparazione, di cui abbiamo fatto cenno poco innanzi, debba, a cagion d'esempio, attraversare un largo tratto di continente inesplorato, valicando catene di montagne, passando valli, guadando fiumi, e ciò in uno spazio di tempo breve, rigorosamente stabilito, e non fermandosi più di pochi giorni o di poche ore in ciascuna stazione, potrà determinare all'ingrosso la natura geognostica delle roccie predominanti lungo la sua strada, riconoscere a distanza i vulcani dalla loro forma e segnarne sulla carta la posizione; potrà raccogliere un certo numero di campioni, nei momenti di sosta, ma nulla più. Se il viaggio avesse luogo a piedi e le fermate fossero lunghe e frequenti egli sarà in grado di fissare inoltre i limiti delle varie formazioni lungo la via e di determinarne l'età relativa. Potrà osservare se giacciono sul piano massi erratici, se la valle è sbarrata da antiche morene, se s'incontrano nel paese espandimenti vulcanici, vulcani spenti o in attività, soffioni, salse, mofete, acque termali; sarà in grado di raccogliere molti fatti istruttivi concernenti i mutamenti che avvengono alla superficie terrestre per opera di cause naturali tuttora persistenti. Col tracciare così una specie di itinerario geologico attraverso un paese poco noto il viaggiatore renderà un segnalato servigio alla scienza.

Dato il caso che egli avesse a fare una lunga stazione tra i ghiacci

(1) Gli ufficiali delle marine militari e segnatamente della marina italiana, essendo già versati nelle più ardue discipline matematiche ed avvezzi al metodo scientifico, riusciranno senza dubbio a raggiungere più completamente e più facilmente l'intento.

polari o in prossimità di qualche alta catena montuosa, troverebbe occasione allora di attendere utilmente allo studio dei fenomeni glaciali, al quale peraltro egli dovrebbe essersi da lunga mano apparecchiato. Se invece le circostanze lo conducessero a dimorare per qualche tempo presso un vulcano poco noto, sarebbe questo un motivo per effettuare esatte indagini sulla forma e sulla costituzione del monte ignivomo, sulle sue eruzioni e su tutte le manifestazioni secondarie dell'attività vulcanica. Similmente, ove le condizioni fossero favorevoli, potrebbe occuparsi di studiare e di descrivere qualche formazione interessante pei suoi prodotti estrattivi o pei suoi fossili.

Lo studioso, il quale, viaggiando per mare, debba approdare di frequente a lidi poco o punto conosciuti, si trova nelle circostanze migliori per dirigere le sue ricerche sulla costituzione litologica della costa e soprattutto per osservare le traccie delle oscillazioni lente del suolo. I dati che egli raccoglierà in proposito potranno essere compendiati su opportune carte geografiche mediante segni e tinte convenzionali. I fenomeni della sedimentazione e della denudazione sono pur suscettibili di somministrargli importanti soggetti d'indagine.

Agli ufficiali di marina addetti ai rilievi idrografici, sono principalmente da raccomandarsi gli studi relativi ai mutamenti di livello dei fondi marini e alla litologia sottomarina.

Ai viaggiatori che, per ragioni d'ufficio o per elezione, risiederanno più o meno lungamente in una colonia, in una lontana stazione militare o commerciale, tornerà vantaggioso di applicare, in quei luoghi, le loro cognizioni geologiche, alla ricerca di materiali utili (combustibili fossili, pietre da costruzione, pietre da calce, argille da laterizi o da porcellane, gesso, minerali metalliferi, ecc.), ovvero allo studio delle condizioni locali, in ordine alla convenienza e alla possibilità di eseguire vie di comunicazione (strade, gallerie) od altre opere utili all'igiene pubblica, all'industria e all'agricoltura (pozzi artesiani, pozzi assorbenti, canali d'irrigazione, dighe).

Lo studio completo della geologia di un dato paese o la costruzione d'una carta geologica dovrà imprendersi di preferenza per un territorio ristretto (del quale sia possibile una esplorazione minuziosa e diligente) e da chi, oltre alle cognizioni e alla esperienza necessaria, possieda molto tempo disponibile ed una robusta costituzione. Ad ogni modo, una carta geologica non si potrà rendere compiuta colla retta interpretazione dei terreni e delle roccie che in una città dotata di grandi stabilimenti scientifici, in cui si trovino i materiali di confronto e la suppellettile necessaria alla classificazione dei fossili e alla determinazione delle roccie e dei minerali.

Chi non può fare una lunga permanenza in un punto, nè disporre

di molto tempo deve piuttosto rivolgere la sua attenzione a qualche scopo speciale e rinunziare alle investigazioni troppo estese. In ogni caso non tocca al viaggiatore discutere teorie ed ipotesi scientifiche. A lui spetta l'ufficio non meno utile di raccogliere materiali, di porre in luce i fatti. Abbia presente sempre, a questo proposito, che un fatto bene accertato costituisce immancabilmente un progresso positivo; mentre il più delle volte una ipotesi arrischiata inceppa lo svolgimento della scienza (1).

A coloro che fossero affatto destituiti di preparazione scientifica o a cui mancasse del tutto la pratica delle osservazioni raccomanderemo:

1° Di raccogliere campioni di roccie e di minerali in gran numero, notando la posizione e la giacitura di ciascuno;

2° Di raccogliere fossili d'ogni maniera, possibilmente in buon stato di conservazione, e corredati di notizie precise sulla provenienza di ciascuno di essi;

3° Di prender nota di quanto riguarda i terremoti (direzione, intensità, estensione, giorno e ora in cui si avvertirono le scosse) e i fenomeni concomitanti;

4° Di raccogliere il numero che si può maggiore di documenti positivi e di ragguagli intorno ai cangiamenti avvenuti, in tempi storici, nelle condizioni topografiche di ciascuna località;

5° Di segnare sopra una carta geografica la posizione esatta dei vulcani o dei monti creduti tali (sieno dessi spenti o in ignizione), che s'incontrano durante il viaggio, e di raccogliere notizie sulle conflagrazioni loro e saggi dei loro prodotti.

PARTE SECONDA.

NOZIONI PRELIMINARI SULLE ROCCIE.

Le roccie (2) si distinguono in due grandi categorie, vale a dire: in quelle *d'emersione* o *ignee* ed in quelle *di sedimento* o *acquee*.

Le prime si trovano in masse di sollevamento, come espandimenti,

(1) Nelle opere seguenti il viaggiatore geologo troverà ottime norme da seguirsi per la pratica delle osservazioni e delle raccolte:

H. T. De la Béche, *L'art d'observer en géologie*, trad. par H. de Collegno;

A. Boué, *Guide du geologue voyageur sur le modèle de l'Agenda geognostica de M. de Léonhard* — Bruxelles, 1837.

(2) Si dicono *roccie* le grandi masse pietrose di cui è costituito il globo. Tra

cupole, dicchi, trabocchi, colate, letti più o meno irregolari, coni di eruzione, vene, filoni. Si crede che si sieno formate col concorso di una elevata temperatura e che nella pluralità dei casi sieno passate per lo stato liquido o pastoso prima di acquistare lo stato solido. Esse risultano prevalentemente di silice e di silicati, in gran parte riferibili ai gruppi dei pirosseni, degli amfiboli, dei peridoti, dei serpentini, delle cloriti, delle miche, dei feldspati e delle zeoliti. La struttura loro è più comunemente granitica, porfirica, lamellare, scistosa; talora si presenta invece lavica, scoriacea, globulare, vetrosa, detritica o cinerea. Passano per disaggregazione alla condizione di roccie di sedimento.

Tra le roccie ignee alcune, come il granito, la sienite, il porfido, si denominavano *plutoniche* e si ammetteva dalla maggioranza dei geologi che avessero acquistato la struttura loro cristallina, caratteristica, sotto l'influenza di una potentissima pressione, subìta mentre erano ricoperte da altre formazioni (1). Si riteneva inoltre che non si presentassero allo scoperto se non dove furono asportate le roccie sovraincombenti. Altre roccie ignee emesse dai vulcani attivi od estinti (nelle quali si verifica il carattere costante di essere cellulose, bollose o porose, associato alcuna volta alla struttura vetrosa e più spesso alla cristallina) si collocavano col nome di *vulcaniche* in una classe a parte (2). Ora si crede dai più che le roccie *plutoniche* sieno roccie *vulcaniche* antiche.

Il basalte ed altre pietre vulcaniche affini, che soglionsi presentare in letti foggiati come a gradinate e in colonne prismatiche più o meno regolari, si dicono da taluni *roccie trappiche* dal vocabolo svedese *trappa* che vuol dire gradinata. Ma questa distinzione è fondata sopra caratteri di poco valore.

Le roccie di sedimento si presentano in vasti depositi o letti presso a poco paralleli detti *strati* (3) più raramente in *amigdale, concentrazioni, arnioni* e simili disseminati in terreni di sedimento.

queste si comprendono generalmente le terre, le sabbie e da taluni anche i liquidi come l'acqua e il petrolio. Lo studio delle roccie, in quanto concerne la loro posizione rispettiva, la distribuzione geografica, l'origine, appartiene alla geologia.

Le roccie risultano di *minerali*, che sono corpi composti di elementi uniti in determinate proporzioni o naturalmente esistenti allo stato semplice. Lo studio loro per ciò che riguarda la composizione appartiene alla mineralogia (vedi le *Istruzioni* per la *Mineralogia*).

(1) Per *formazione* s'intende un complesso di terreni che presentano qualche carattere comune.

(2) Poche tra esse subirono come l'ossidiana una vera fusione, una fusione ignea.

(3) È molto importante il distinguere la *stratificazione* dalla *scistosità* e dalla

Queste roccie si sono depositate in seno alle acque e provengono da materiali che vi erano disciolti o semplicemente sospesi. Il precipitarsi di questi materiali avvenne per *via chimica*, ovvero per *via meccanica*.

Tali depositi sono abitualmente accompagnati da resti di corpi organici o da traccie di questi corpi, cioè da fossili.

Le roccie acquee risultano principalmente di composti ricchi di calce (calcite, aragonite, dolomite, gesso, anidrite, apatite), di silice (quarzo, selce amorfa e sue varietà), e di silicato d'allumina (argille varie) e si distinguono perciò in càlcaree, silicee ed alluminose. Le strutture più comuni di cui danno esempio sono la terrosa, la compatta, la granulare, l'arenacea, la detritica, la frammentaria, la puddingoide, la oolitica, la pisolitica, la scistosa e la concrezionata.

In virtù di fenomeni chimici e molecolari che si produssero spontaneamente nella massa loro o furono provocati da circostanze estranee (azione d'una elevata temperatura, d'acque minerali, di emanazioni, vapori, ecc.), queste roccie subirono talvolta mutamenti più o meno profondi nei caratteri esterni, nella struttura e nella composizione e si accostarono talvolta a quelle della prima categoria. Così certe varietà di granito delle nostre Alpi, certe ofiti appennini che, quantunque sieno dotate dei caratteri generali delle roccie ignee furono però originariamente depositate dalle acque.

I fenomeni svariatissimi pei quali avvennero siffatti mutamenti si comprendono sotto la denominazione comune di *metamorfismo*.

La stratificazione, la scistosità e la struttura cristallina sono i caratteri più perspicui delle roccie *metamorfiche*, di cui abbiamo esempi tipici nel comune micascisto, nel marmo statuario, nella quarzite.

Le roccie acquee possono essersi formate nei mari, nelle acque salmastre degli estuari o delle lagune o nelle acque dolci. Gran parte delle formazioni che cuoprono la superficie dei continenti sono nel primo caso.

Stratificazioni che ripetano dal mare l'origine loro e contengano avanzi di molluschi e d'altri animali marini si trovano in alcuni luoghi

divisione per contrazione della massa. La stratificazione dipende dal successivo depositarsi di sedimenti in letti più o meno distinti sopra un fondo marino o lacustre in seno alle acque. La *scistosità* proviene da una speciale modificazione molecolare, indotta nella roccia da una energica pressione, per la quale acquista la proprietà di dividersi in lamine. (L'ardesia comune ne offre l'esempio più istruttivo). La divisione per contrazione (che caratterizza i basalti e le altre roccie trappiche) dipende da che la roccia, dapprima liquida o pastosa, passando allo stato solido si è contratta e si è divisa per conseguenza in masse prismatiche più o meno regolari.

a grande altezza sul livello degli oceani e assai distanti dai loro littorali. Sull'Imalaia se ne incontrano perfino a 4600 metri d'altitudine. I geologi ammettono che nella pluralità dei casi questo fatto dipenda non già dal mutarsi del livello dei mari, ma dai movimenti subiti dalla corteccia terrestre. Vedremo in seguito come tali movimenti si effettuino ancora nell'attualità.

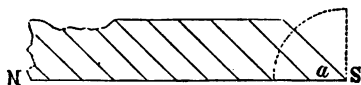
L'esperienza dimostra che le roccie acquee nell'atto della loro formazione si dispongono generalmente in strati orizzontali. Peraltro, allorchè il deposito si effettua sopra un fondo disuguale, segue da principio le irregolarità del medesimo; continuando però a crescere tende sempre più a livellarsi, finchè raggiunge l'orizzontalità.

Tacendo di altre peculiari circostanze in virtù delle quali gli strati possono fare eccezione alla legge generale nel depositarsi, devesi pur notare che potenti stratificazioni originariamente orizzontali diventarono assai inclinate o verticali a cagione dei movimenti del suolo.

Uno strato che non sia orizzontale può essere *verticale* od *inclinato*. Nel primo caso per conoscere la sua posizione si deve determinare la sua *direzione*, nel secondo caso è necessario determinare a quest'uopo la sua *direzione*, *immersione* ed *inclinazione*.

La *direzione* d'uno strato è la posizione che esso occupa rispetto ai punti cardinali e vien data da una linea orizzontale tracciata sopra una delle due superficie dello strato.

L'*immersione* è il punto dell'orizzonte verso il quale è inclinato lo strato. L'*inclinazione* è il numero di gradi dell'angolo che il piano dello strato fa coll'orizzonte. La perpendicolare alla linea di direzione tracciata alla superficie dello strato ne indica l'immersione; l'angolo formato da questa linea colla verticale somministra l'inclinazione.

Nella figura seguente, N essendo il nord e S il sud, sono disegnati alcuni strati immersi al sud, la cui inclinazione è data dall'angolo a.

Praticamente la direzione e l'inclinazione si determinano colla *bussola da geologi*.

Questa è una bussola ordinaria di 7 a 8 centimetri di diametro, il cui lembo è abitualmente diviso in 4 archi di 90°. Al suo centro è imperniato un pendolino, la cui estremità libera si muove sopra un semicircolo diviso in due archi graduati, ciascuno dei quali di 90°. E-

anticlinale la parte di essi che converge alla sommità d'un rilievo e *sinclinale* la parte che corrisponde ad una concavità. Gli anticlinali e i sinclinali sono spesso alternanti, e questi ultimi costituiscono talvolta delle valli *longitudinali*, come avviene nel Giura svizzero e in altre catene montuose.

Si hanno anche esempi di valli situate alla sommità degli anticlinali parallelamente alle valli longitudinali. Ciò dipende generalmente da che gli strati furono spezzati dalla flessione e la rottura fu ampliata dalle acque. Nelle valli di questa specie si vede da ambo i lati lo spaccato delle stratificazioni.

I movimenti del suolo determinano frequentemente la formazione di fenditure nella corteccia terrestre, le quali possono essere convertite in *filoni*, cioè possono essere occupate da materie minerali estranee a quelle che costituiscono le roccie incassanti.

I filoni ripetono generalmente l'origine loro da depositi idrotermali, da sublimazioni, da svariate reazioni di vapori e di gas che ebbero luogo in quelle fenditure, ovvero dalla introduzione di materiali liquidi o pastosi che vi furono iniettati dal basso all'alto e poscia vi si consolidarono (1).

Le fratture vanno comunemente accompagnate da spostamenti del terreno; in altre parole, ove la crosta terrestre fu spezzata da ignoti agenti sotterranei, avviene spesso che in qualche punto si deprima e in altri si innalzi, in guisa che non corrispondono più le testate delle stratificazioni che furono divise dalla frattura. Questo fenomeno, detto *faille* dai francesi, si chiama italianamente *salto* o *rigetto*.

La ripetizione di certi affioramenti alla superficie di un terreno può provenire non già dalla moltiplicità dei filoni corrispondenti, ma dalla esistenza di rigetti. Per la qual cosa il geologo dovrà usare molta cautela nella interpretazione stratigrafica dei terreni che presentano indizi di simiglianti fenomeni.

La *denudazione*, cioè lo spostamento di materiali solidi operato su grande scala dalla azione erosiva delle acque, contribuisce anche ad occultare la disposizione originaria delle stratificazioni, facendo scomparire le disuguaglianze prodotte dai raddrizzamenti e dai piegamenti degli strati, nonchè dai rigetti.

Per altre particolarità concernenti la stratigrafia, rimandiamo il lettore ai trattati speciali.

(1) La parte del filone che emerge all'aria aperta si chiama *affioramento*. Ove il filone sia inclinato sull'orizzonte (ed è il caso più frequente) le masse di roccia sottostanti al medesimo ne costituiscono ciò che si dice il *muro*, e le soprastanti ne formano il *tetto*.

Epoche e periodi geologici.

I tempi contemplati dalla geologia si divisero, per facilitare lo studio, in un certo numero di epoche e di periodi, di cui si può conoscere con qualche approssimazione il valore relativo, ma di cui si ignora affatto il valore assoluto.

Ecco in succinto una delle classificazioni più generalmente adottate:

EPOCHE	PERIODI	
Quaternaria		1
Terziaria o neozoica	Pliocene	2
	Miocene	5
	Eocene	7
Secondaria o mesozoica	Cretaceo	18
	Giurassico	27
	Triassico	4
Paleozoica o primaria	Permiano	6
	Carbonifero	8
	Devoniano	8
	Siluriano	18
	Cambriano	5
	Laurenziano	1
		110

La cifra che sta di fronte al nome di ciascun periodo indica la sua estensione relativa nei paesi in cui offre maggiore sviluppo.

I singoli periodi sono rappresentati da terreni che offrono nella stessa regione o in paesi diversi svariate forme litologiche ed hanno complessivamente centinaia e talora migliaia di metri di potenza.

I terreni	terziari in Europa	misurano una spessezza	di circa	metri	3000
„	secondari in Europa	„	„	„	4000
„	permiani in Germania	„	„	„	1200
„	carboniferi in Irlanda	„	„	„	3000
„	devoniani in Inghilterra	„	„	„	3000
„	siluriani in Inghilterra (1)	„	„	„	6500
„	cambriani in Inghilterra	„	„	„	4000
				Totale metri	24700

(1) Compresovi il gruppo di *Tremadoc*.

Queste cifre, proposte da A. Gaudry, sono poco elevate di fronte a quelle ammesse da altri autori, e ad ogni modo non rappresentano le potenze massime. Il solo terziario raggiungerebbe, secondo Mayer, 8000 metri di spessore. Tenendo poi conto dei terreni antichi, ancora imperfettamente definiti, dell'America settentrionale, si arriverebbe ad un totale assai più alto, inquantochè il *Geological Survey* del Canadà avrebbe verificato l'esistenza di formazioni della spessezza di ben tre leghe sotto al cambriano.

Ciascun periodo vien suddiviso in piani e questi alla lor volta si scindono in zone più o meno distinte. Il valore di tali divisioni è alquanto arbitrario e varia assai presso i diversi autori, perchè dipende in parte dai criteri di classificazione professati da ciascuno di essi e in parte da circostanze locali e dallo stato presente delle nostre cognizioni.

Col progredire dello spirito d'osservazione, col moltiplicarsi delle indagini, le lacune si vanno colmando e si scuoprono nuove zone, le quali presentando promiscuamente i fossili caratteristici di piani creduti tra loro assai dissimili, stabiliscono fra l'uno e l'altro graduati passaggi. Così anche per la geologia si conferma luminosamente il noto motto: *Natura non facit saltum*.

I criteri per conoscere l'età relativa d'una formazione variano secondo che si tratti di roccie acquee o di roccie ignee. Nel primo caso il modo più sicuro di raggiungere l'intento si è quello di determinare il primitivo ordine di sovrapposizione degli strati, giacchè, ove questo si è conservato, gli strati sono tanto più recenti quanto meno profondi. Applicando le norme suggerite dalla stratigrafia e restaurando per induzione l'ordine originario di sovrapposizione, si può più o meno agevolmente raggiungere lo scopo.

Altro criterio importantissimo è quello dei fossili (vedi il capitolo VII), poichè le formazioni appartenenti a ciascun periodo sono distinte da peculiari resti organici ed inoltre la presenza di fossili spettanti ai tipi più elevati della scala animale e vegetale è contrassegno infallibile d'un'età relativamente recente (1).

La costituzione litologica delle formazioni è generalmente carattere meno perspicuo, ma non per ciò da trascurarsi. Lo stesso convien dire della presenza di certi minerali, tra i quali meritano particolar menzione i combustibili fossili, il salgemma, lo zolfo, la limonite che generalmente, quando sono in grandi masse, caratterizzano distinti periodi geologici.

I criteri medesimi valgono anche per le roccie metamorfiche, nelle quali il cattivo stato di conservazione dei fossili (quando questi non

(1) Si avverta però che l'inversa di questa proposizione non è vera.

sono interamente scomparsi) e certe alterazioni che occultano la stratificazione rendono più arduo il còmpito del geologo.

Quando si tratti di roccie ignee, i criteri principali di classificazione sono: la composizione mineralogica, il modo di presentarsi (se in letti, in colate, in dicchi, in cupole), la posizione rispettiva e soprattutto l'alterazione indotta da esse nelle roccie circostanti e la presenza di frammenti inclusi appartenenti ad altri terreni.

Si sa, per esempio, che in una data località una sienite ricca di zirconio si riferisce all'orizzonte geologico dei terreni siluriani; or bene, se nelle regioni circostanti s'incontrerà in analoghe condizioni la medesima varietà di roccia, è probabile che debba ascriversi alla stessa età. Ecco alcuni esempi relativi agli altri criteri suaccennati:

Evidentemente un letto di lava che ricuopre un sedimento spettante al pliocene superiore sarà posteriore all'epoca terziaria. Ma una massa di granito situata sotto ad altra assisa di roccia ignea od acquea potrà essere meno antica della formazione sovraincombente, se pure non sono erronee le teorie che hanno corso nelle scuole sulla genesi del granito. Trattandosi di una vena, di un dicco, se attraversa un terreno di sedimento e induce nello stesso modificazioni più o meno profonde presso le superficie di contatto, è segno che la sua età è posteriore a quella della roccia incassante; all'incontro se tali alterazioni non si presentano esso è verosimilmente più antico. Similmente, se una massa o un filone d'una roccia ignea contiene dei frammenti d'altra roccia (sia pur ignea od acquea) è chiaro che la prima sarà generalmente più recente della seconda.

PARTE TERZA.

STUDIO DEI FENOMENI GEOLOGICI.

I.

Azioni degli agenti atmosferici e delle acque correnti sulla superficie terrestre.

Da quali cause, da qual successione di fenomeni proviene l'attuale configurazione della superficie terrestre? Come si sono formate le montagne, e le valli, come le assise potentissime di roccie stratificate, come le immani masse di roccie ignee che costituiscono la superficie terre-

stre? Qual è l'origine dei grandi depositi di combustibili fossili e dei giacimenti fossiliferi contenenti ora protozoi, ora zoofiti, ora molluschi, ora articolati, ora vertebrati?

Sono questi ardui problemi assai importanti per la storia del globo. In passato i geologi si lusingavano di risolverli ricorrendo alle più strane ipotesi, immaginando che il globo avesse subìto reiteratamente grandi rivoluzioni o cataclismi. Nella scienza moderna prevale invece il sistema di attribuire la presente configurazione della superficie terrestre all'azione delle cause stesse che agiscono attualmente, continuate per tempi più o meno lunghi.

Alcune di tali cause, che possono denominarsi *estrinseche*, come: le meteore, le acque correnti, i mari, i laghi, i ghiacciai, i corpi organici, tendono generalmente a diminuire le irregolarità, le disuguaglianze della superficie terrestre, colmando le lacune ed eliminando i rilievi; altre invece, che chiameremo *intrinseche:* i vulcani, i terremoti, le oscillazioni lente del suolo, agiscono generalmente in senso opposto, promuovendo cioè maggiori differenze di livello.

Rispetto alle prime, richiameremo specialmente l'attenzione del viaggiatore sulla degradazione meteorica, sulla erosione e la denudazione prodotte dalle acque, sulla sedimentazione, sui ghiacciai alpini e polari, sulla vita animale considerata come agente modificante della superficie terrestre. Intorno alla degradazione meteorica ed alla denudazione proponiamo le seguenti indagini e ricerche al viaggiatore:

1° Raccogliere esempi della azione erosiva dei venti e delle pioggie sulle roccie, dell'azione chimica dell'aria e dell'acqua sui materiali delle roccie (ossidazione del ferro e dei solfuri metallici, ecc.);

2° Recare esempi di montagne munite di guglie e frastagli dovuti alla degradazione meteorica, notando la costituzione litologica delle medesime e le speciali condizioni meteorologiche e climatologiche cui sono sottoposte;

3° Riguardo all'azione combinata dei venti e delle acque, si raccomanda lo studio diligente delle dune. Importa recare l'esatta misura di esse in ogni senso, descriverne la forma e la costituzione geologica, determinarne la posizione; indagar poscia le cause naturali ed artificiali che ne promuovono l'incremento e quelle che producono un effetto contrario:

4° Descrivere esempi di erosioni prodotte dalle acque piovane, dai ruscelli, dai torrenti, dai fiumi, dalle cadute d'acqua e misurare la erosione operata in una data roccia, in un tempo determinato, da una corrente d'acqua della quale si conoscono la massa e la velocità;

5° Presentare esempi nuovi ed istruttivi dell'azione distruttiva dei torrenti di fango;

6° Recare esempi di frane e scoscendimenti. Notare se questi sono avvenuti: per ammollimento del sottostrato, per erosione, per schiacciamento, per incoerenza di materiali o per altre cause;

7° Studiare le valli d'erosione dal punto di vista geologico e fisico;

8° Osservare gli effetti della erosione su vasta scala, come si manifestano in certi altipiani convertiti dalla erosione in monti tabulari;

9° Osservare, nei depositi effettuati dai corsi d'acqua, l'estensione e potenza dei medesimi, la natura mineralogica, la forma ed il peso dei materiali depositati dalla corrente nei vari tratti del loro letto;

10. Determinare la regione nella quale l'alveo di un fiume si innalza e quella in cui si approfonda. Misurare la spessezza dei sediment che si depositano in un dato tempo in un bacino fluviale o lacustre. Misurare l'accrescimento annuo delle rive alle foci dei fiumi;

11. In ordine all'azione della rotazione terrestre sulle erosioni dei fiumi che scorrono in direzione presso a poco meridiana, verificare se le erosioni sono maggiori lungo la sponda occidentale, perchè subisce l'urto delle acque con maggiore energia a causa della rotazione terrestre;

12. Raccogliere esempi di dighe e barre alla foce dei fiumi, ne mari interni e negli oceani, prendendo nota delle loro condizioni geologiche, del loro progressivo accrescimento sul mare;

13. Investigare le cause dei rigurgiti dei fiumi e dei torrenti, delle inondazioni;

14. Vedere quali sono i materiali trasportati dai corsi d'acqua in tempo di piena; se tra questi vi sono cadaveri di animali galleggianti, se vi sono zattere naturali che recano seco piante ed animali viventi. Osservare quali piante e quali animali sono così trasportati e a quali distanze, dove ed in qual condizione succede il deposito degli animali e delle piante trasportati.

II.

Ghiacciai.

È noto che una gran parte della neve che cuopre le alte vette montuose si converte in ghiaccio e per mezzo dei ghiacciai scende per le valli o sui fianchi dei monti fino ad un livello assai più basso, ove

cioè le condizioni climatologiche sono incompatibili colla permanenza del ghiaccio (1).

Lo studio dei ghiacciai attuali appartiene propriamente alla geografia fisica, tuttavolta il geologo non deve ignorarne i fondamentali risultati per essere in grado di riconoscere le traccie lasciate in molte località da ghiacciai ora scomparsi e per farsi un giusto concetto della azione esercitata sulla terra dai fenomeni così detti glaciali (2).

La forma tipica del ghiacciaio, è quella di un fiume che scorre in una valle, seguendone le sinuosità, ora ampliandosi, ora restringendosi. Le Alpi, i Pirenei, l'Imalaia ce ne offrono grandiosi esempi (3).

Risalendo un ghiacciaio, si osserva che ad una certa altezza non risulta più di ghiaccio, ma di neve più o meno stipata di struttura granulosa (*nevé* dei francesi), poi, più in alto, questa diventa farinosa (*haut-nevé* dei francesi) e il ghiacciaio si confonde allora col *campo di neve* che gli dà origine, il quale occupa generalmente un bacino più o meno circoscritto (4).

Alla parte inferiore di esso sgorga ordinariamente un torrente dall'acqua torbida, bianchiccia, come lattiginosa, che suol essere assai più grosso d'estate che d'inverno.

(1) Le nevi così dette perpetue o meglio persistenti si mantengono sopra alcune delle più note montagne del globo alle seguenti altitudini:

Imalaia, versante nord, tra il 27° ed il 32° di lat., . .	m.	5669
Imalaia, versante sud, tra il 27° ed il 34° di lat., . .	„	4937
Karakorum, vers. nord tra il 28° ed il 36° di lat., . .	„	5821
Monti Abissini	„	4287
Alpi	„	2708
Pirenei	„	2628
Etna	„	2905
Groenlandia, coste occidentali	„	649
Cordigliere orientali	„	4853
„ occidentali	„	5646

I ghiacciai scendono però assai più bassi; nelle Alpi arrivano a 1000 metri (Mare di ghiaccio, ghiacciaio di Bosson) e perfino a 983 metri (ghiacciaio di Grindewald) e nelle regioni polari scendono fino al mare.

(2) Si consulteranno utilmente sul vastissimo tema dei ghiacciai le opere qui appresso noverate:

AGASSIZ, *Etudes sur les glaciers;*

SCHLAGINWEIT, *Untersuchungen über physikalische Geographie der Alpen.* — Leipzig, 1850;

TYNDALL, *The Glaciers of the Alps.* — London, 1860;

DOLFUSS AUSSET, *Matériaux pour l'étude des Glaciers.*

(3) Il maggiore ghiacciaio delle Alpi è quello di Aletsch che ha 24 chilometri di lunghezza e larghezza variabile tra 2 e 3 chilometri. Si crede che il suo volume sia di 22 a 24 mila milioni di metri cubi.

(4) Un metro cubo di neve appena caduta pesa circa 85 chilogrammi, uno di ghiaccio di ghiacciaio può pesare perfino 960 chilogrammi.

Il ghiaccio del ghiacciaio è pieno di bolle e di fessure ed inoltre presenta dei crepacci trasversali e longitudinali che possono essere larghi parecchi metri e più o meno profondi. Nella regione inferiore dell'*alto nevato* (*haut nevé*) ove questo confina col ghiacciaio ad alveo incassato (*glacier d'écoulement*) si osserva d'ordinario un *crepaccio periferico* (*bergschrunde* dei tedeschi) più largo e profondo degli altri.

Il ghiacciaio talora aderisce al fondo della valle; talvolta invece riposa sopra un letto di fango e d'altri detriti.

I crepacci, intersecandosi in vari sensi, danno origine a piramidi o *guglie* di ghiaccio. I piccoli corsi d'acqua che si generano sul ghiacciaio formano dei *pozzi* quando si raccolgono in profonde cavità verticali e danno origini a *mulini* quando da queste cavità si evadono nel fondo del ghiacciaio stesso.

Bagni si denominano le incavature piene d'acqua prodotte dai sassi che si affondano nel ghiaccio e queste passano alla condizione di *rose* se il liquido vi si congeli. Quando un masso di roccia difende colla sua ombra un'area più o meno estesa dall'azione calorifica dei raggi solari, collo squagliarsi del ghiaccio tutto all'intorno, si formano le *tavole* o *funghi* di ghiaccio.

Il ghiacciaio sbarrando valli secondarie può dar origine a laghi o laghetti ed interrompendo il corso di un torrente può provocare la formazione di cadute d'acqua, cascate o cascatelle.

Sopra ogni ghiacciaio si raccolgono frammenti di roccia, e detriti d'ogni specie provenienti dalle alture circostanti. Questi si distribuiscono lungo i suoi margini e sulla sua fronte in ammassi, talora molto elevati, che diconsi *morene laterali* e *frontali*.

I pezzi di roccia di un certo volume trasportati dai ghiacciai sono denominati *massi erratici*.

Ove due giacciai confluiscono e si fondono in uno (caso non raro), le due morene laterali dei confluenti, incontrandosi, danno origine ad una *morena mediana* o *superficiale*.

Allorchè il ghiacciaio incontra un ostacolo, come sarebbe una guglia rocciosa, un poggio, un colle, che non può superare di fronte, lo circuisce, dividendosi in due rami, e di contro all'impedimento innalza una *morena d'ostacolo*.

I pezzi di pietra caduti nei crepacci e penetrati alla base del ghiacciaio, strisciando sulla roccia sottoposta sotto energica pressione, sono ridotti in minuti frantumi, rena e melma che agiscono a guisa di smeriglio sul letto del ghiacciaio e sugli altri frammenti o massi e pertanto i più resistenti e duri fra questi sono levigati sopra una o più faccie, oppure intaccati, solcati, striati dallo sfregamento. Anche il fondo del ghiacciaio subisce un logoramento consimile. Le pietre levigate e

striate in siffatta guisa concorrono insieme ai materiali trasportati alla superficie del ghiacciaio a formare la morena frontale. Queste pietre hanno pel geologo un interesse particolare inquantochè sono un prodotto esclusivo e caratteristico dei ghiacciai.

Tutti sanno che ogni ghiacciaio è animato da un continuo moto progressivo; questo fatto fu direttamente verificato e d'altronde la presenza delle pietre levigate e striate lo dimostra con piena evidenza. Tal movimento può variare fra pochi metri ed oltre 100 metri all'anno (1). Ben s'intende che alla parte terminale del ghiacciaio il movimento è compensato dallo squagliarsi del ghiaccio.

Per altro, lo squagliamento può procedere più rapidamente dell'inoltrarsi del ghiacciaio ed allora si dice che questo si *ritira*, ovvero può accadere il fenomeno inverso, cui si suol alludere quando si dice che il ghiacciaio si *avanza*.

Il movimento del ghiacciaio si spiega invocando la gravità del ghiaccio (Saussure, Grüner, ecc.) la pressione esercitata sul ghiacciaio dagli *alti nevati* (Tyndall), la dilatazione dell'acqua che si gela nei crepacci (Charpentier), la plasticità e la viscosità del ghiaccio (Bordier, Rendu, Forbes) il risaldarsi dei frammenti di ghiaccio sotto l'influenza della pressione (Tyndall) e con altre considerazioni che sono tuttora oggetto di controversia tra i dotti.

Nelle regioni prossime alle Alpi e in molti altri luoghi, trovansi antiche morene, massi erratici e roccie arrotondate, levigate, solcate assai lontane dai ghiacci, il qual fatto dimostra luminosamente che fuvvi un tempo nel quale i fenomeni glaciali si verificarono sopra una scala assai maggiore che non attualmente.

Le antiche morene costituiscono colline che raggiungono perfino centinaia di metri d'altezza ed offrono la costituzione caratteristica dei detriti glaciali. Esse presentano d'ordinario forma regolare e profilo rettilineo.

Nelle regioni situate in prossimità dei poli, come la Groenlandia e lo Spitzberg, i giacciai scendono fino a livello del mare e quando questo è gelato depongono alla sua superficie i detriti loro. Succedendo poscia il disgelo, questi detriti sono da zattere di ghiaccio galleggianti portati a gran distanze e depositati poscia sul fondo del mare a misura che col crescere della temperatura il ghiaccio viene liquefatto. Si formano così specie di *morene rimaneggiate* talora stratificate e commiste a resti organici marini. Quando si rifletta che alcune di quelle zattere misurano diecine di chilometri di lunghezza e trasportano grandissima

(1) La velocità è generalmente maggiore nella primavera e nell'estate che nelle altre stagioni.

copia di materiale è d'uopo ammettere che debbano esercitare una influenza ragguardevolissima sulla natura e sulla distribuzione dei sedimenti che si depositano nel fondo di certi mari. Il Banco di Terranuova risulta, secondo autorevoli osservatori, dall'accumulazione dei detriti apportati da ghiacci galleggianti che si sciolsero nelle acque tepide della corrente del golfo.

Si crede da molti che i massi erratici esistenti in certe regioni poco elevate del continente americano abbiano identica origine.

Intorno ai ghiacciai vogliono essere particolarmente raccomandati i punti seguenti (1):

1° Notare qual sia il limite inferiore cui arrivano le nevi persistenti e quello raggiunto dal ghiacciaio;

2° Osservare qual sia la mole approssimativa e l'effetto delle valanghe che cadono sul ghiaccio;

3° Determinare approssimativamente la forma e le dimensioni del ghiacciaio;

4° Misurare l'inclinazione media di esso nelle varie sue parti; ed osservare le condizioni fisiche del ghiaccio e della neve nelle diverse regioni del ghiacciaio (densità, struttura, ecc.);

5° Misurare la larghezza e la profondità dei crepacci. Osservare il modo di formazione dei medesimi;

6° Recare esempi di piramidi e guglie, di pozzi, di molini, di bagni, di rose, di tavole;

7° Misurare il movimento del ghiacciaio in vari punti di esso ed in diverse stagioni. Osservare se il ghiacciaio aumenta o diminuisce, ed in qual misura, in un dato tempo;

8° Osservare le vicende atmosferiche e le altre circostanze che favoriscono il diminuire o l'avanzarsi del ghiacciaio;

9° Descrivere le varie specie di morene formate dal ghiacciaio. Osservare se esistono morene antiche, le quali dimostrano che ebbe in altri tempi estensione maggiore che non attualmente;

10. Raccogliere campioni di massi levigati, striati, solcati provenienti da vari punti del ghiacciaio o da antiche morene;

11. Cercare l'originario giacimento di questi saggi;

12. Determinare la posizione dei massi erratici, investigarne la natura e la provenienza.

Si potranno eseguire con vantaggio le osservazioni medesime in-

(1) Si troveranno esposte molte cose da osservarsi nei ghiacciai alpini in due memorie, l'una del professore Stoppani intitolata: *Quesiti agli Alpinisti per lo studio delle variazioni dei giacciai* (Bollettino del Club Alpino italiano, vol. XII, n° 35. — Torino, 1878), l'altra del professore Baretti che s'intitola: *Fenomeni che gli Alpinisti possono studiare sui ghiacciai.* — Torino, 1876 — Prezzo centesimi 50.

torno ai ghiacciai polari ed inoltre non saranno superflue in proposito alcune ricerche speciali sui punti seguenti:

1° Dimensioni, forme, posizione dei ghiacci galleggianti. Osservare in quale direzione si muovono e con quale velocità;

2° Costituzione fisica di quei ghiacci. Vedere se sono o no bollosi; determinare il peso specifico nelle varie regioni di ciascun masso;

3° Esaminare i detriti trasportati dai ghiacci galleggianti. Notarne la natura, la forma e possibilmente la provenienza. Raccogliere campioni dei medesimi;

4° Descrivere i depositi operati dai ghiacci galleggianti e indicarne i caratteri distintivi;

5° Vedere quali effetti produca una zattera galleggiante strisciante sopra un fondo marino di melma, d'arena o di scoglio;

6° Osservare se l'abbassamento di temperatura cagionato da una zattera di ghiaccio, pervenuta in un mare comparativamente caldo, cagioni la morte degli animali marini viventi in quelle acque.

Sarebbe poi di alto interesse per la paleontologia la cognizione della fauna marina (specialmente per quanto concerne i molluschi) propria alle acque che accolgono i detriti di grandi ghiacciai e ciò tanto nelle regioni artiche, quanto nelle antartiche.

III.

Vulcanismo. (1)

Un vulcano è una apertura o un sistema di aperture della superficie terrestre, d'onde per la spinta di gas e di vapori sottoposti, provengono da ignote profondità e con intermittenza più o meno rapida, sostanze minerali liquide o pastose e solide, per lo più incandescenti, e materiali frammentari. Questa definizione differisce poco da quella di Krug von Nidda che qualificò il vulcano una enorme sorgente intermittente di materia fusa, spinta all'esterno dalla forza dei vapori che trovano un ostacolo in essa.

I vulcani si aprono abitualmente in mezzo ad una eminenza in forma di cono tronco, originata dalle loro deiezioni. Comunemente si

(1) G. POULETT SCROPE, *Les Volcans, leurs caractères et leurs phénomènes*, trad. par E. PIERAGGI. — Paris, V. Masson et fils, 1864.

A. BOUÉ, *Etwas über Vulcanismus und Plutonismus in Verbindung mit Erdmagnetismus*. — Wien, 1869.

C. DAUBENY, *A Description of active and extint volcanos*, ed. II. — London, 1848.

chiama vulcano il monte vulcanico e *crateri* si dicono gli orifizi pei quali succedono le eruzioni.

Molti vulcani presentano un cono più o meno elevato, circondato da un monte meno alto, in forma di semicerchio. Il Vesuvio si trova appunto in questo caso, e il semicerchio montuoso che circonda il rilievo centrale è il noto monte Somma. Questo, al pari di tutti gli altri che offrono tale disposizione, rappresenta gli avanzi di un antico cono smozzato, dalle cui rovine ne sorse uno nuovo.

I monti vulcanici sono formati generalmente di materiali frammentari rigettati nelle eruzioni loro, cioè di ceneri, di lapilli, di scorie, di bombe vulcaniche e di lave, le quali sono iniettate in numerose fenditure del monte (risultandone *dicchi* verticali od un po' obbliqui, situati quasi sempre a guisa di raggi intorno al cratere) o sono disposte in letti che ricuoprono di striscie irregolari i fianchi del vulcano. Evidentemente le lave più recenti sono le più superficiali e ricuoprono le più antiche.

Il *cratere terminale* è una cavità inbutiforme, collocata ordinariamente alla sommità del monte ignivomo, la quale si continua inferiormente con un canale più ristretto denominato *camino vulcanico*.

Bene spèsso sui fianchi del monte principale si formano delle spaccature che, durante le eruzioni, danno adito alla lava, a materiali detritici e a svariate emanazioni; quelle aperture son dette *crateri avventizi* e danno anche origine a piccoli coni.

In ogni eruzione vulcanica si suol distinguere: 1° una fase di esplosione, nella quale i vapori compressi nel camino vulcanico sgombrano violentemente uno o più crateri antichi dei materiali che li otturavano, ovvero si aprono nuovi varchi; 2° una fase di deiezione, durante la quale molti materiali detritici sono proiettati in alto dai crateri, mentre la lava ne sgorga in torrenti di fuoco; 3° un periodo di emanazione, nel quale si svolgono dagli orifizi vulcanici copiosissimi gas e vapori ad alta temperatura; 4° un periodo di estinzione, nel quale, essendo scomparsi gli altri fenomeni, si osserva soltanto, da questi orifizi, un abbondante sviluppo di acido carbonico.

L'eruzione si annuncia generalmente con terremoti, con boati e con altri fenomeni secondari. Nei dintorni del vulcano si prosciugano molti pozzi, certe sorgenti mettono acque torbide, altre aumentano o diminuiscono il loro tributo od anche si esauriscono; gli animali domestici si mostrano in preda ad una straordinaria agitazione. Per lo più, al principio d'una eruzione, si osserva un abbassamento della colonna barometrica. Talvolta la conflagrazione comincia coll'innalzarsi del fondo del cratere, il quale poscia si spezza con gran fragore, aprendo un varco ai vapori premuti nelle cavità sotterranee ed alle lave ar-

denti. Talvolta invece si aprono nuove bocche d'eruzione sul fianco del monte, le quali ordinariamente sono allineate lungo una o più squarciature e levano coni avventizi attorno al cono principale.

Al cominciare dell'eruzione i vapori sprigionati dal cratere s'innalzano in colonna verticale a grande altezza, poi si espandono orizzontalmente. Essi sono accompagnati da cenere più o meno densa e da lapilli proiettati dal vulcano.

Nella notte l'interna ignizione del cratere si riflette sui vapori emessi dallo stesso e li fa sembrare infiammati. Ma bene spesso furono vedute vere fiamme sorgere dalle bocche d'eruzione.

Nei vapori sopra descritti, massimamente quando sono misti a cenere, succedono violenti scariche elettriche, e non di rado essi si stemprano in acqua, originando, nei climi caldi e temperati, dirottissime pioggie, e fitte nevi nei climi freddi.

La lava comincia ad erompere dai crateri con gran velocità (1) e forma veri fiumi di fuoco che scendono serpeggiando sul fianco del monte, nelle valli e nel piano; poi rallenta il suo corso finchè si rapprende e s'arresta. La lava appena emessa si trova ad una temperatura non inferiore a 1000° e talvolta superiore a 1400°. Raffreddandosi poco a poco si consolida alla superficie e si cuopre di scorie bollose simili a quelle che provengono dagli alti forni in cui si trattano i minerali di ferro. Col procedere della lava interna, ancora liquida, l'involucro solido, periferico, talora si fende e si spezza, producendo un fragore come di ferraglia. Avviene poscia non di rado che dalla corrente principale ne sgorghino altre secondarie.

Allorquando scaturisce dal cratere, la lava non è completamente liquida, ma pastosa o vischiosa, e non si trova in istato di perfetta fusione, come da molti si crede. Essa risulta di un magma di solidi e di liquidi, ed è pregna di vapori i quali in gran copia si sviluppano dalla sua superficie. La lava che ha subìto una fusione ignea perfetta ha cangiato di natura e si è convertita in ossidiana o in altro vetro vulcanico.

La lava è generalmente un impasto di vari minerali, tra i quali prevalgono l'augite, l'ortose vitreo, la labradorite, l'amfibolo, la leucite ed altri silicati.

Il geologo viaggiatore trovandosi in presenza di un vulcano attivo od estinto dovrà prima di tutto determinarne la posizione geografica, misurarne l'altezza, descriverne la configurazione e rappresentarne in uno o più disegni il complesso e le particolarità più caratteristiche.

(1) Si videro già correnti di lava che percorsero 2000 metri in un quarto d'ora.

S'intende che la fotografia può, nella pluralità dei casi, sostituire il disegno con gran vantaggio.

Sarà altresì opportuno il prender nota delle condizioni fisiche e geologiche del paese in cui si trova il vulcano, osservando se ivi il terreno è piano o montuoso, di quali roccie è prevalentemente costituito, se il vulcano si trova vicino al mare, presso a grandi laghi o a corsi d'acqua, se è isolato o forma parte di un gruppo o sistema (in questo caso è interessantissimo il rappresentare in una carta topografica la posizione e l'estensione relativa dei coni e dei crateri), se esistono nei dintorni dei *geyser*, dei soffioni, delle mofete od altre emanazioni gassose, delle acque minerali e termali, raccogliendo in proposito ogni possibile ragguaglio.

Converrà quindi prender nota della natura, del numero e della estensione degli espandimenti di lava che si presentano sul fianco del vulcano stesso, alla sua base o nei dintorni, notando accuratamente le differenze litologiche esistenti fra le lave antiche e quelle più o meno recenti.

Alla illustrazione di un vulcano è necessario complemento lo studio litologico e mineralogico dei materiali che lo costituiscono e che furono eruttati in tempi più o meno remoti, o provengono da recenti eruzioni; per conseguenza il geologo viaggiatore non dovrà trascurare di raccoglierne una serie numerosa che potrà essere poi comodamente studiata al suo ritorno in patria.

Rispetto alla comparsa del vulcano, ai mutamenti che ha subiti, alle conflagrazioni cui ha dato luogo, bisognerà attingere precise informazioni dagli indigeni chiedendo loro:

1° Se il vulcano comparve o no in tempi storici, e, in quest'ultimo caso, in qual epoca;

2° Se in proposito si conservano antiche tradizioni;

3° Da quali circostanze, da quali fenomeni fu preceduta ed accompagnata la formazione del vulcano;

4° Quali modificazioni ha subìto l'apparato eruttivo dacchè se ne conserva la memoria;

5° Quante e quali sono state le eruzioni nei tempi storici;

6° Quali furono le eruzioni più grandiose, da quali fenomeni furono precedute o susseguite. Se si videro in alcune di esse sorger fiamme dal suolo o dal cratere;

7° Quale fu approssimativamente la massa dei vari espandimenti di lava emessi dal vulcano;

8° Quando il vulcano acquistò la sua forma presente;

9° Da quanto tempo cessò di emetter fumo (se il vulcano non dà più segno di vita);

10. Se il paese è soggetto a terremoti, e qual sia l'estensione e l'intensità dei medesimi.

Le risposte a tutte queste domande, ottenute qualche volta da persone rozze ed ignoranti, dovranno essere accolte colla massima riserva e confrontate con ragguagli d'altra fonte, e, ove sia possibile, verificate colla visita personale dei luoghi; s'intende per ciò che concerne i fatti suscettibili di verificazione.

Ove esistono documenti antichi e moderni, come carte, cronache, storie, atti ufficiali, si dovranno consultare per cercarvi ulteriori notizie sugli accennati argomenti.

Al viaggiatore cui tocchi la sorte di visitare un vulcano in eruzione, sono da raccomandarsi le seguenti ricerche:

1° Determinare la posizione, la forma, le dimensioni approssimative del cratere o dei crateri;

2° Prender nota della durata e della intensità delle varie fasi di una eruzione. Notare le condizioni meteorologiche della località (pressione atmosferica, temperatura, stato igrometrico, stato del cielo) prima e durante ogni eruzione;

3° Vedere in qual ordine e in quanta copia relativa ne escano fumi di varia natura, ceneri, lapilli, bombe vulcaniche, lave;

4° Osservare se nella notte i crateri emettono fiamme;

5° Osservare se gli sbuffi di vapori e di ceneri provenienti dal cratere sono preceduti da rombi, e di quanti minuti secondi i rombi li precedono;

6° Osservare se i boati hanno un suono diverso quando sono seguiti da sbuffi di varia natura;

7° Analizzare collo spettroscopio il bagliore delle lave incandescenti e le fiamme vulcaniche. Per questa esperienza delicatissima è acconcio uno spettroscopio di Duboscq. Lo spettroscopio a visione diretta di Hofmann non diede al Palmieri soddisfacenti risultati;

8° Osservare la forma, le dimensioni, l'aspetto dei torrenti di lava fluente;

9° Determinare la rapidità della lava, appena sia sgorgata dal cratere, quando corre per forti pendenze o per piani lievemente inclinati;

10. Osservare l'odore ed il colore del fumo che emana dalle lave;

11. Osservare come procede in ordine alla temperatura delle lave lo svolgersi del fumo;

12. Determinare la temperatura delle lave liquide e solide, e delle fumarole. Per le basse temperature si possono impiegare a quest'uopo i termometri a mercurio ordinari. Per misurare approssimativamente le alte temperature si adoperano con vantaggio dei sottili fili di vari metalli, i quali, liquefacendosi a diverse temperature, somministrano

preziosi dati comparativi. Infatti ecco la temperatura di fusione di alcuni metalli:

Platino	da 1910° a 2000°	Zinco	412°
Ferro	1500°	Antimonio	425°
Oro	1250°	Piombo	365°
Rame	1092°	Bismuto	264°
Argento	1000°	Stagno	228°

13. Osservare tutte le manifestazioni del plutonismo delle lave. Vale a dire l'incandescenza e l'attività che si manifesta in talune di esse che parevano già raffreddate, il risalire di certe propaggini di lava per un pendio, a ritroso della corrente principale, il formarsi di galle o bolle alla superficie di esse ed altri consimili fenomeni;

14. Osservare con particolar cura se sulle lave già sgorgate dal cratere ed appena consolidate superficialmente, si formano dei piccoli coni eruttivi *non comunicanti coll'interno* del vulcano. Notare tutti i fenomeni eruttivi presentati da questi vulcanetti avventizi;

15. Osservare come procede il raffreddamento di un letto di lava, tenuto conto della sua spessezza e della sua estensione;

16. Osservare le alterazioni prodotte dalla lava incandescente sui terreni che ha ricoperto;

17. Vedere in quale ordine si succedono le emanazioni che provengono dalle fenditure di un vulcano, nelle varie fasi eruttive del medesimo;

18. Raccogliere ad analizzare i gas e i vapori emessi dalle fumarole e dalle lave. Per tali ricerche delicatissime che richiedono pratica non comune, ricca scorta di apparecchi e di reattivi sono da proporsi a modello i lavori di Bunsen sui vulcani dell'Islanda, quelli di Deville e Fouqué sul Vesuvio e quelli di Silvestri sull'Etna (1). Non potendo eseguire le dette analisi, sarà utile verificare per mezzo di carte reattive (carta di tornasole azzurra e arrossata da un acido), se e quando le emanazioni si presentano alcaline, acide o neutre;

19. Raccogliere ed analizzare campioni di ceneri e di lapilli rigettati dal vulcano, nonchè esemplari delle sublimazioni e delle incrostazioni che si formano nelle fumaruole, nelle fenditure delle lave e sul fondo dei crateri;

20. Osservare, a proposito delle sublimazioni, se sono o no cristalline, ed in quali condizioni di ubicazione e di temperatura si vanno formando;

(1) V. Silvestri, *I fenomeni vulcanici presentati dall'Etna nel* 1863-64-65-66, *considerati in rapporto colla grande eruzione del* 1865. — *Atti della Accademia Gioenia di Catania,* serie 3, tomo I, 1867.

21. Raccogliere i fatti che possono servire a determinare la potenza proiettiva del vulcano. Misurare cioè le dimensioni ed il peso dei massi più voluminosi rigettati in una data eruzione, e la distanza loro dal cratere;

22. Raccogliere e determinare saggi caratteristici di lave, di scorie, di bombe o saette vulcaniche, e i minerali accessorii cui danno ricetto, specialmente quando sono cristallizzati;

23. Estrarre ed analizzare i gas acclusi nelle lave già raffreddate. In questa difficile ricerca si può seguire il metodo proposto da Graham per la estrazione e l'analisi dei gas contenuti nelle meteoriti;

24. Osservare i danni esercitati sulle piante e sugli animali dalle emanazioni vulcaniche e dalle ceneri. Vedere se questi danni succedono dopo le prime pioggie e quindi se provengono da materiali solubili;

25. Investigare con un acconcio elettrometro portatile (per esempio con quello del Palmieri) o con un buon elettroscopio lo stato elettrico delle ceneri e dei fumi espulsi dai vulcani. (1) Il Palmieri verificò recentemente che il fumo somministra sempre tensioni positive e la cenere ne dà di fortissime negative;

26. Prender nota dei terremoti locali e generali che precedono o seguono ogni fase eruttiva; determinare possibilmente l'intensità, la durata e la direzione loro;

27. Osservare nelle vicinanze del vulcano in eruzione le salse o vulcani di fango, le sorgenti minerali e termali, le sorgenti di idrocarburi e d'acido carbonico, e notare tutti i fenomeni che presentano durante l'eruzione queste e le altre manifestazioni secondarie del vulcanismo;

28. Determinare la temperatura delle acque termali e dei getti di vapori e di gas che scaturiscono dal suolo nelle regioni vulcaniche. Osservare se quelle sorgenti e quei getti sono o no intermittenti e, in caso affermativo, con quali fenomeni sia connessa codesta intermittenza. Osservare le materie minerali meccanicamente trascinate dalle acque termali e dai soffioni, e quelle che vi si trovano disciolte;

29. Raccogliere ed osservare gli animali attirati intorno ai crateri dalle eruzioni vulcaniche;

30. Raccogliere gli animali e le piante che vivono nelle acque termali e minerali;

31. Osservare nei vulcani sottomarini o littorali in eruzione come si comporta la lava incandescente, quando si trova in contatto delle acque del mare, se si consolida immediatamente e perde subito la sua

(1) Vedasi in proposito la *Cronaca del Vesuvio* del professore LUIGI PALMIERI, pag. 79. — Napoli, 1874.

incandescenza, se sviluppa gas e vapori abbondanti, se l'acqua marina si riscalda e ribolle a grande distanza.

Prima di abbandonare il tema dei vulcani avvertiamo il lettore che le analisi, di cui è fatto cenno nei capoversi 18, 19, 23, sono raccomandate soltanto a quei viaggiatori che fossero per avventura chimici peritissimi.

IV.

Lente oscillazioni del suolo.

La superficie terrestre non può mai dirsi neanche un istante in uno stato di perfetta immobilità. Incessantemente, in qualche punto della sua estensione, si avvalla o si solleva, con rapide scosse e sussulti (*terremoti*) o con insensibili e graduati movimenti (*lente oscillazioni del suolo*). Dei primi, in relazione con altri fenomeni endogeni, si tratterà in apposita appendice.

Dacchè l'attenzione dei naturalisti fu richiamata sulle oscillazioni lente del suolo, e le ricerche divennero più generali e più attente, si verificarono in moltissimi luoghi segni di tali movimenti. È notissimo il fatto di parte della Scandinavia che si solleva in ragione di circa un metro per secolo. La Groenlandia invece si avvalla e però il mare invade poco a poco il littorale occupato dalle capanne dei coloni danesi. Gran parte del bacino mediterraneo sembra in via d'innalzamento e si solleva con esso la costa occidentale della penisola italiana, mentre si adimano all'incontro le rive dell'Adriatico.

I movimenti del suolo si desumono d'ordinario da mutamenti avvenuti nei livelli rispettivi di due o più punti. Gli edifizi situati in posizione culminante possono talvolta servire di mira per verificare siffatti mutamenti.

Senonchè le osservazioni di questa natura raramente possono essere fatte da uomini tecnici e dar risultati precisi per grandi estensioni di paese. Per riconoscere le oscillazioni di cui teniamo discorso si suol riferire il livello della terra ad un orizzonte che si ritiene invariabile, cioè al livello medio del mare.

Tal criterio però non può dirsi di una assoluta precisione. Prescindendo infatti dalle alterazioni temporarie cui va soggetto il livello del mare in conseguenza del moto ondoso, delle maree, dei venti, non è irragionevole il supporre con Trautschold e Schmick che le acque marine possano subire una permanente diminuzione. In fatti è chiaro che le roccie anidre di cui gran parte risulta la crosta terrestre debbono

appropriarsi una gran copia d'acqua per convertirsi in roccie idrate, acqua che non può essere rimessa in libertà sotto forma di vapore se non in piccolissima parte. Peraltro, mentre non si può dubitare che nei più remoti tempi geologici, quando cominciava la condensazione del liquido elemento alla superficie terrestre, questo debba essere stato sottratto in gran copia, è lecito d'altra parte supporre che l'idratazione sia grado grado scemata e divenuta tenuissima, perciocchè le roccie idrate superficiali hanno precluso all'acqua il contatto con quelle ancora inalterate. Di più, che così sia, ad onta delle asserzioni in contrario dei citati naturalisti, si deve arguire da che simultaneamente, negli stessi bacini oceanici, il mare si ritira da taluni littorali e su altri si avanza.

Nelle investigazioni di cui si tratta si considera adunque il livello del mare come orizzonte invariabile. Ciò premesso, si reputano segni di lento innalzamento del suolo, nei littorali marini le condizioni qui appresso enumerate:

1° Spiaggie emerse per un tratto più o meno lungo, come sono quelle di Pisa e di Livorno, del Mar Rosso, del Chilì settentrionale, del Perù, ecc.

2° Conchiglie marine fossili o subfossili libere o accluse in qualche recente formazione (arenaria, panchina, conglomerato, come si vedono presso Monaco, presso Cagliari, all'isola d'Ischia, sulle coste di Tunisia, ecc. Dalla proporzione rispettiva delle specie viventi ed estinte si può giudicare fino ad un certo punto della loro antichità relativa.

Banchi e scogliere madreporici situati ad una certa altezza sul livello del mare come se ne osservano all'isola Maurizio, a Madagascar, alle Antille, ecc:

Scogliere più o meno elevate sul mare, perforate da molluschi che sogliono annidarsi nel sasso, come le foladi, i datteri di mare ed altri.

Questi molluschi vivono tutti sotto il livello della bassa marea e praticano nelle rocce fori larghi e lunghi quanto il proprio guscio, fori che, per la forma particolare e la regolarità, agevolmente si riconoscono. Lo strumento che serve loro a tale ufficio è la conchiglia munita a tale scopo alle sue estremità di minute scabrezze che agiscono a guisa di lima. Si vuole che in alcune specie l'azione meccanica sià coadiuvata dall'azione chimica di una secrezione acida.

Chiudiamo questa parentesi e procediamo nella enumerazione delle traccie di sollevamenti lenti:

Cordoni littorali formati dalla azione combinata di una lenta emersione della spiaggia e dei venti. Questi cordoni limitano bene spesso lagune e paludi come sulle coste della Sardegna, presso Tunisi, ecc. Si avverta che la medesima configurazione topografica può anche dipen-

dere dal moto ondoso del mare e dal vento, da correnti littorali e più comunemente dalla sedimentazione che si verifica nell'estuario dei fiumi, ove le acque dolci cariche di materiali terrosi sono rallentate o impedite nel loro corso dall'incontro delle acque salse.

Terrazzi paralleli alla costa, scaglionati a varie altezze sul livello del mare, come se ne osservano sui lidi della Scozia, della Sardegna, della Sicilia. Questi terrazzi rappresentano antichi depositi di spiaggie a pendìo ripido, foggiate perciò a scarpa.

Ghiacciai cresciuti in estensione che invadono terreni altra volta coperti di vegetazione. Si noti però che questo fatto può essere una conseguenza di circostanze climatologiche estranee ai movimenti del suolo.

Isole divenute penisole, golfi e baie fattisi più angusti o convertiti in stagni o lagune. Secche comparse ove il mare era libero, secche già note convertite in isole, condizioni idrografiche mutate per diminuzione di fondo. Il primo caso si è verificato a Sestri Levante, ove la cosiddetta isola, che ora è unita al continente, era in tempi storici circondata per ogni parte dal mare.

Ben s'intende, trattandosi di mutamenti nelle condizioni idrografiche nei mari, che non debbono attribuirsi ai movimenti della corteccia terrestre se non quando si è certi che sono estranei alla sedimentazione, all'accrescimento dei banchi coralligeni ed ad altre cause estrinseche.

Avanzi di costruzioni originariamente fondate in mare, ora situati ad una certa distanza da esso o ad una certa altezza sul suo livello.

Resti di navi, ancore ed altri attrezzi navali giacenti entro terra all'asciutto. La prima circostanza si verifica, a quanto sembra, a Noli e presso Chiavari; della seconda si ebbero esempi in Scozia.

Le traccie di avvallamenti si manifestano con minor frequenza e consistono principalmente in ciò:

Scogliere tagliate a picco, scoscese, incavate sotto il livello del mare dalla azione distruttiva dei flutti; sui lidi bassi spiaggie strette e poco profonde.

Penisole convertite in isole; secche, scogliere, isole scomparse di cui si conservano antiche memorie, lagune, stagni, laghi comunicanti col mare più o meno ampliati o cangiati in golfi e baie. S'intende che tutti i fenomeni anzidetti possono ripetere l'origine loro non solo dai movimenti del fondo, ma anche dalla erosione prodotta per opera di correnti o delle onde, quindi conviene usare molta circospezione nell'apprezzarne il significato.

Nel letto dei fiumi, profondità grande dei depositi fluviali, discen-

denti molto al di sotto del livello marino, come avviene per l'appunto nella laguna veneta. Un tal fatto d'altronde non può accertarsi che in casi speciali, cioè ove si eseguiscono fori artesiani o pozzi o dove esistono spaccati naturali o artificiali.

La presenza nei bassi fondi di mozziconi di legno, resti di antiche foreste.

Ove l'abbassamento sia avvenuto in tempi storici, antiche costruzioni, colonne, ruderi, tombe, strade, sommersi, come si osserva nell'isola di Malta, lungo le due rive dell'Adriatico e in altri luoghi.

Attorno alla costa dei continenti ad una certa distanza da essi, nei mari tropicali ed equatoriali, barrière madreporiche, negli stessi mari, gli *atolli* o scogliere madreporiche anulari.

Gli edifizi madreporici di questi tipi forniscono i criteri più sicuri per riconoscere gli avvallamenti dei fondi coralligeni, criterii la cui scoperta è dovuta a Carlo Darwin (1).

Affinchè le osservazioni in proposito acquistino maggiore importanza scientifica, si richiede :

a) Che, sopra una buona carta, sieno indicati con precisione, per mezzo di segni convenzionali, i punti nei quali si sono riconosciute traccie d'innalzamenti o di abbassamenti del littorale, nonchè le misure approssimative di tali oscillazioni;

b) Che si segnino, sulla medesima, le località vicine in cui si trovano vulcani in attività od estinti e quelle in cui si verificano manifestazioni secondarie dell'attività vulcanica, come: solfatare, getti di vapore o di gas infiammabili, acque termali, ecc.

Alcuni saggi dei fossili e delle roccie (2) esistenti nei punti ove fossero fatte osservazioni degne di nota saranno corredo utilissimo alle medesime.

Quando i fossili raccolti fossero conchiglie, potrà riuscir utile di verificare se si trovano nella posizione stessa che occupavano quando i loro molluschi erano viventi, o se invece sono disposte confusamente e rimaneggiate. Verificandosi il primo caso, i fossili saranno stati verosimilmente emersi da un sollevamento repentino.

Gioverà del pari interrogare gli abitanti del littorale, per sapere se ebbero cognizione di simili oscillazioni del suolo, se furono lente o repentine, se cessarono di manifestarsi o se continuano ancora al pre-

(1) Vedasi in proposito l'ultima edizione dell'opera di Darwin intitolata: *Les recifs de corail, leur structure et leur distribution*, trad. Cosserat. — Paris, Baillière et C., 1878.

(2) Massimamente di roccie ignee, come lave, basalti, serpentini, porfidi, graniti.

sente, se il paese è soggetto o no a terremoti. Le tradizioni locali in proposito saranno anche utili a consultarsi.

L'ispezione di antiche carte idrografiche potrà talvolta somministrare dati interessanti circa i' mutamenti avvenuti di recente nella configurazione delle coste e nella profondità delle acque.

PARTE QUARTA.

FOSSILI.

La parola *fossile* significava anticamente qualunque oggetto sepolto nel terreno; ora invece si chiamano fossili gli avanzi o le traccie di corpi organici sepolti nel terreno per opera di cause naturali.

Sono fossili, oltre i resti di animali, come ossa, conchiglie, gusci, i residui vegetali di ogni maniera, le piante o le parti di piante petrefatte, le *impronte*, le *contro-impronte* d'animali o di vegetali (1), i *modelli interni* ed *esterni* (2), di conchiglie, le orme d'animali e i *modelli* di orme e le *coproliti* (3). Si pongono pure nel novero i resti d'industria umana che trovansi sepolti nelle alluvioni più o meno antiche e sotto le concrezioni stalagmitiche delle caverne. Finalmente anche le *impronte fisiche*, lasciate su antichi sedimenti dalla pioggia, dalla grandine o dalle ondulazioni delle acque, sono da taluno considerate come fossili. Lo studio dei fossili o *paleontologia* si divide in due rami principali; la *paleozoologia* che ha per oggetto i fossili animali, e la *paleofitologia* che si occupa delle piante. Questi non sono in ultima analisi che applicazioni della zoologia e della botanica (4).

(1) La *controimpronta* è un modello in rilievo d'una impronta concava.

(2) Una sostanza minerale che si sia modellata nella cavità interna di una conchiglia, rimanendo isolata dopo la distruzione di questa, costituisce un *modello interno*. Se la sostanza ha riempiuto invece il posto lasciato vuoto da una conchiglia, dopo che questa sia distrutta (rimanendo o no nella cavità il modello interno), ne risulla un *modello esterno*.

(3) Le coproliti non sono altro che feccie fossili.

(4) Per la paleozoologia generale sono da raccomandarsi le seguenti opere:

D'Orbigny, *Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie statigraphique.* — Paris, Victor Masson, 1849;

F. G. Pictet, *Traité de Paléontologie ou histoire naturelle des animaux fossiles.* — Paris, J. B. Baillère, 1853-57;

The Paleontographical Society instituted MDCCCXLVII. — London. (Preziosa collezione di memorie paleontologiche).

D'Archiac, *Introduction à l'étude de la Paléontologie stratigraphique.* — Paris, 1862-64.

I corpi organici fossili hanno spesso subìto profonde alterazioni chimiche e fisiche, le quali consistono principalmente nella introduzione di nuovi elementi nel loro organismo o in uno scambio di materiali fra il tessuto loro e il terreno circostante.

I vegetali fossili sono abitualmente carbonizzati ed hanno perduto la massima parte dell'idrogeno e dell'ossigeno che contenevano. Generalmente, sono tanto più ricchi di carbonio, quanto è maggiore l'antichità loro; ma, oltre all'antichità, anche l'azione di una elevata temperatura ed altre circostanze possono aver contribuito alla loro carbonizzazione. Nei fossili vegetali che sono ridotti quasi a solo carbonio è anche scomparsa ogni traccia di struttura organica.

In alcune conchiglie, in molti polipai, la fossilizzazione fu accompagnata da una sorte d'imbibizione, o meglio di riempimento, per cui, tutte le loro cavità furono ricolme di un minerale pietroso o metallico, recatovi per lo più dalle acque (pseudomorfosi). In altri casi si operò una vera sostituzione di materia, in virtù della quale, senza che si manifestasse alcuna alterazione nella sua forma, una conchiglia calcarea si convertì, per esempio, in pirite, in limonite, in baritina o in silice (epigenesi). La vera *petrificazione*, di cui si ha un bello esempio nei tronchi d'albero silicizzati, proviene dalla sostituzione chimica della silice alla materia costitutiva del tessuto organico. Essendo questo un fenomeno chimico, il quale può effettuarsi in tempo relativamente breve, non implica che il fossile sia di età assai remota. Il concetto di fossile e quello di petrefatto sono adunque indipendenti dall'antichità.

I fossili animali e vegetali si classificano in ispecie, generi, famiglie, ordini, ecc., come gli animali e le piante viventi; senonchè nello ordinamento loro si prescelgono i criterii distintivi che abitualmente non scompariscono colla fossilizzazione. Le classificazioni paleontologiche degli animali sono fondate principalmente sulla forma e disposizione dei denti, delle ossa, dei dermatoscheletri, delle conchiglie; quelle delle piante hanno per base la forma delle foglie, la struttura dei tronchi, ecc.

Le specie fossili possono essere *identiche* od *analoghe* a specie viventi (1). Esistono anche molte specie di fossili *diverse* affatto da tutte le specie viventi conosciute e queste diconsi *estinte*. Vi sono del pari *generi, famiglie, ordini estinti*; vale a dire gruppi di animali o di piante, più o meno distinti, di cui non rimangono più rappresentanti nell'attualità. Il mammut (*Elephas primigenius*) è una specie estinta del

(1) Le specie cosidette *analoghe* sono considerate da taluni come varietà delle specie viventi, da altri come tipi da cui queste sono provenute, modificandosi lievemente.

genere elefante; il mastodonte (*Mastodon*) è un genere estinto di proboscidiani. Il pterodattilo (*Pterodactylus*) è una famiglia estinta di rettili, le cui specie portavano ali come i pipistrelli.

I fossili, e specialmente gli avanzi di animali, si possono generalmente distinguere, secondo la provenienza loro, in *terrestri*, *lacustri* o *fluviatili*, *d'estuario* e *marini*. Tale distinzione si consegue il più delle volte col paragone che si istituisce tra le specie fossili e le consimili viventi. In certe classi di animali la configurazione e struttura del corpo indica chiaramente qual sia la stazione della specie; è facile, per esempio giudicare dalla ispezione dello scheletro di un rettile se la specie cui appartiene sia terrestre od acquatica.

Un trattato, comunque succinto, di paleontologia non potrebbe trovare luogo in questa modesta guida. Tuttavolta esporremo concisamente alcune considerazioni sui fossili più caratteristici e sulla loro importanza per la distinzione dei terreni, nonchè sulla raccolta e conservazione loro.

Non si incontrano resti umani fossili nei terreni stratificati che per eccezione e nei sedimenti più recenti. Se ne trovano invece più comunemente in certe caverne ossifere che servirono di dimora o di sepolcro, ed in tali condizioni sono generalmente accompagnati da armi e suppellettili, foggiate dall'uomo stesso, e dagli avanzi degli animali di cui si cibava (1).

Al raccoglitore di oggetti naturali incombe l'obbligo, ad ogni modo, di non trascurare alcun mezzo per procurarsi tali preziose reliquie. Egli ascriverà a somma ventura ogni scoperta di simil genere; e per raggiungere il proprio intento dovrà esplorare diligentemente i terreni di sedimento recenti e massime quelli che danno ricetto ad abbondanti ossa di mammiferi. Se questi terreni contengono selci lavorate, ceneri, carboni, ossa infrante artificialmente, conchiglie di molluschi eduli ed altri indizii favorevoli, saranno assai maggiori le probabilità di riuscita.

L'esplorazione si potrà tentare ove esistono degli spaccati naturali od artificiali e specialmente lungo i fiumi e i torrenti. Gli scavi vogliono esser fatti con molta cautela per non infrangere e non confondere gli oggetti che si vanno scuoprendo. È utile di distinguere i varii strati di terreno in cui penetra lo scavo e di separare i fossili che ne provengono. Si deve poi attentamente osservare, nel caso che vi si rac-

(1) Vedasi in proposito:

LYELL, *L'Ancienneté de l'Homme prouvée par la Géologie*, trad. par CHAPER — Paris, Baillière et fils, 1869. (Ne esiste una edizione inglese del 1873).

HAMY, *Précis de Paléontologie humaine* — Paris, Baillière et fils, 1870.

colgano fossili, se il deposito contiene frammenti di roccie angolose o ciottoli, se i fossili sono logorati o no, se sono disposti a caso o in un certo ordine, se le ossa giacciono disperse o unite secondo le loro naturali connessioni, se il terreno non presenta niuna differenza di colore e di compattezza laddove dà ricetto ai fossili. Da tali osservazioni si inferisce se il terreno è o no rimaneggiato e se i fossili si sono depositati contemporaneamente alla sua formazione.

Bisognerà poi esaminare le cavità e le spaccature delle roccie, per vedere se contengono breccie ossifere e, in caso affermativo, estrarne diligentemente i fossili cui danno ricetto. Le breccie ossifere presentano d'ordinario un colore rossiccio, mediante il quale è facile distinguerle a prima vista dalle roccie incassanti.

Le caverne ossifere possono dar ricetto ad ossa umane cementate in breccia, insieme a materiali frammentarii, oppure conservate nel terriccio che forma d'ordinario il suolo delle grotte, terriccio bene spesso coperto da uno o più letti di salda stalagmite.

Nell'esplorazione delle caverne ossifere è d'uopo, da principio, praticare uno scavo in un punto ove la breccia o il terriccio ossifero presentano maggiore spessezza (il quale punto corrisponde per lo più alla massima depressione del fondo). Nel detto scavo deve comparire la sezione dei varii strati che costituiscono il suolo della grotta. Ciò fatto, le indagini debbono proseguirsi strato per strato, in guisa da non confondere gli oggetti che vanno incontrandosi ai varii livelli.

Debbono essere accuratamente conservati, colla precisa indicazione stratigrafica della provenienza loro, i fossili umani (e sopratutto i crani), tutte le ossa e i denti d'animali che s'incontrano nella caverna, le conchiglie lavorate od intatte e non meno di queste gli oggetti d'antica industria umana, come armi, utensili di pietra o d'osso, cocci di stoviglie. (Vedansi in proposito le istruzioni per l'Antropologia.)

Chi vuole investigare grotte o caverne preferisca sempre l'esplorazione di quelle che non furono sconvolte da altri. Abbia poi presente che, bene spesso, le caverne intatte hanno il suolo coperto di così spesse e salde concrezioni calcaree che, coi mezzi ordinari, si richiederebbero parecchie giornate di lavoro d'un robusto operaio per mettere a nudo, anche per piccolo tratto, il terriccio fossilifero sottoposto. In tale caso, per risparmiare tempo e fatica, conviene spezzare lo strato concrezionato per mezzo di piccole mine a polvere o a dinamite.

Anche nelle torbiere e nel fondo dei bacini lacustri si possono trovare resti umani più o meno antichi associati ad avanzi di industria primitiva.

I resti di mammiferi, di qualsiasi terreno, sono sempre interessan-

tissimi pel paleontologo, massime quando provengono da regioni poco note (1).

Lo schelotro, i denti, il dermatoschelotro, assai più raramente le unghie, le cartilagini, le parti molli sono conservate in questi fossili. Sulle rive del mar Glaciale artico e in vari punti della Siberia, furono trovati nella terra ghiacciata ossami di mammut (specie d'elefante estinta), cui aderivano ancora i legamenti, gli unghioli e pezzi di pelle coperti di lunghi velli rossicci. Questi avanzi, di grandissimo pregio, sono affatto eccezionali.

I resti di mammiferi sono comuni in certi terreni quaternari e terziari, rari nei secondari. I più antichi furono rinvenuti nel trias superiore.

I resti di mammiferi terrestri si trovano abitualmente nelle breccie ossifere, nelle caverne, nei sedimenti lacustri e palustri, nei depositi di torba, nei giacimenti di lignite e in quelli di gesso e di fosfati. Le ossa di mammiferi marini (cetacei, carnivori marini) si trovano invece nei sedimenti depositati dal mare, insieme agli avanzi di pesci, di molluschi marini e di echinodermi e si riconoscono facilmente per la loro struttura spugnosa.

Offrono presentemente un interesse grandissimo, in ordine alle controversie che si agitano tra i naturalisti, gli avanzi di scimmie, massime delle antropomorfe. In Europa si trovano consimili resti in vari giacimenti miocenici e pliocenici.

I migliori caratteri distintivi si desumono nei mammiferi dall'apparato masticatorio; però i denti meritano di essere più d'ogni altra parte ricercati dal paleontologo.

In Italia si occuparono di mammiferi fossili il professore Capellini di Bologna, il professore Cornalia di Milano, il professore Guiscardi di Napoli, il professore Gemellaro di Palermo, il dottore Forsyth Major di Firenze, il professore Meneghini di Pisa ed altri.

Gli uccelli sono più rari dei mammiferi e generalmente poco ben conservati allo stato fossile. Si trovano *ornitoliti* od uccelli fossili nei sedimenti d'acqua dolce, nelle caverne o breccie ossifere, nella torba, nel guano. I più antichi furono rinvenuti nei piani inferiori dell'epoca secondaria; ma il maggior numero appartiene all'epoca terziaria.

Sono degni di nota i resti di uccelli estinti trovati nella Nuova Zelanda (*Dinornis*), nell'isola della Riunione e nell'isola Rodriguez, e le

(1) Per la determinazione dei mammiferi e di altri vertebrati fossili è di grande utilità l'opera di R. Owen, intitolata: *Odontography or a treatise on the comparative anatomy of the teeth.* — London, N. Baillère, 1840-45.

enormi ossa ed uova di *Epyornis* scoperte nell'isola di Madagascar, in certe dune recentissime.

I rettili, scarsamente rappresentati allo stato fossile nei terreni terziari e quaternari, offrono invece un grande sviluppo nei vari piani dell'epoca secondaria e si mostrano fin dal così detto periodo carbonifero. Rettili fossili si trovano in molti terreni di sedimento, lacustri e marini, e nei depositi di litantrace.

Si incontrano nei terreni liassici d'Inghilterra non pochi scheletri completi di rettili, nei quali vedonsi anche le vestigia dei tendini. Bene spesso sono conservati denti e squame appartenenti a questi animali. Finalmente loro si attribuiscono una gran parte delle coproliti che tanto abbondano in certi giacimenti.

Sono a rammentarsi, fra i fossili più interessanti di questa classe, i rimasugli d'una testuggine; il cui scudo aveva 5 metri di diametro, rinvenuti nel miocene dell'Imalaia, i giganteschi ittiosauri liassici, i plesiosauri cretacei, i pterodattili dell'oolite e del lias, ecc.

I pesci fossili o *ittioliti* sono assai più numerosi di tutti gli altri vertebrati fossili e s'incontrano in terreni spettanti a quasi tutte le età geologiche, cominciando dalle più remote. Nelle ittioliti si osserva spesso lo scheletro completo, colle ossa disposte secondo le connessioni naturali. Naturalmente i pesci cartilaginei sono meno comuni degli ossei; si trovano tuttavia in perfetto stato di conservazione i loro denti, le piastre ossee di parecchie specie e le squame di altre. La classificazione dei pesci fossili più generalmente adottata riposa sulla forma delle squame e fu proposta da Agassiz.

La distribuzione geografica dei pesci fossili, non offre alcun rapporto apparente con quella delle specie viventi.

Le ittioliti abbondano in certi giacimenti marini o d'acqua dolce, tra i quali è celebratissimo quello del monte Bolca nel Veronese (1).

Gli avanzi di articolati allo stato fossile sono piuttosto rari e consistono, il più delle volte, in impronte più o meno riconoscibili, o, (per quanto concerne gli insetti e i crostacei) in frammenti di dermatoscheletro.

Si trovano, peraltro, nell'ambra e nel copale, degli articolati, e specialmente degli insetti, in uno stato di conservazione veramente mirabile. Queste due sostanze non sono altro, secondo l'ipotesi più generalmente accettata, che resine stillate dalla corteccia di vegetali di specie estinte; e di leggieri si comprende come, essendo originariamente

(1) In Italia descrissero pesci fossili il signor Roberto Lawley di Montecchio e il dottore F. Bassani di Padova.

liquide, invischiassero molti animaletti, scorrendo sui tronchi delle piante che le producevano.

I frammenti di ambra e di copale, contenenti insetti, debbono essere raccolti con somma cura, perchè assai ricercati dagli amatori di cose naturali. La fauna loro è studiata al presente con particolare diligenza dal professore Mayer di Vienna.

In certi sedimenti d'acqua dolce, terziari o secondari, costituiti di materiali assai tenui e depositati con lentezza e uniformità, si trovano più o meno conservati copiosi resti di articolati; così ad Oeningen in Isvizzera, e ad Aix in Francia.

I crostacei si trovano generalmente in terreni marini conchigliferi, come, per esempio, nella pietra di Malta. Tra questi articolati, i cirripedi (balani e anatife), si raccolgono abitualmente impiantati su altri fossili e in particolar modo sulle conchiglie.

Merita qui speciale menzione un ordine interessantissimo di crostacei estinti, quello cioè dei *trilobiti*, il quale è caratteristico dei più antichi terreni sedimentari, vale a dire dei terreni paleozoici. I trilobiti si presentano d'ordinario sotto la forma di scudi ovoidali, composti di articoli divisi in tre parti da due depressioni laterali. I tegumenti che costituiscono lo scudo sono formati di due strati distinti: uno esterno sottile, spesso ornato di strie o di granulazioni, l'altro interno più solido. Le proporzioni rispettive e il numero degli articoli dell'addome e del torace sono svariatissimi. L'articolo anteriore, generalmente di forma semicircolare, porta gli occhi. Le zampe (non conservate dalla fossilizzazione), erano verosimilmente molli.

I molluschi, animali dotati generalmente di conchiglia, somministrano amplissimo materiale alla paleontologia.

Le conchiglie fossili si trovano, si può dire, quasi in tutti i terreni, presentandosi bene spesso con una prodigiosa varietà di forme ed un numero incalcolabile di individui. Le specie loro sono tre volte più numerose del complesso di tutti i fossili spettanti alle altre classi della zoologia.

Lo studio delle conchiglie è una scienza estesissima che male potrebbe essere riassunta in poche pagine. Ci limiteremo ad indicare qui alcuni tipi di conchiglie che meglio servono a fissare taluni dei più distinti orizzonti geologici.

Tra i cefalopodi (1), la famiglia estinta delle *belemniti* comprende certe conchiglie interne cornee e testacee di forma cilindro-conica, assai allungate, internamente perforate da un canale o sifone laterale o

(1) Vedasi intorno, al significato di questo vocabolo, la parte zoologica. Sono *cefalopodi* i polpi, le sepie, i moscardini, i *Loligo*, ecc.

marginale, le quali possono riguardarsi come equivalenti agli ossicini delle sepie. Le belemniti s'incontrano esclusivamente nei terreni mesozoici e parecchi dei generi di questa famiglia caratterizzano vari piani in cui si divide l'epoca secondaria.

Le *ammoniti* costituiscono un'altra famiglia importantissima di cefalopodi, la quale comincia a comparire col periodo siluriano, dell'epoca paleozoica, e finisce col cretaceo. Le specie del genere *Ammonites* (il più ricco e caratteristico di questa famiglia) offrono conchiglie avvolte in spira e separate in molte cavità, per mezzo di setti angolosi e ramolosi, i cui margini si disegnano all'esterno con eleganti frastagliature. Tali cavità comunicano fra loro mediante un canaletto, detto *sifone*, che segue il margine dorsale della conchiglia.

Tra i gasteropodi (1) si distinguono agevolmente i terrestri e quelli d'acqua dolce dai marini. I primi hanno una conchiglia generalmente più sottile, più fragile, di piccole dimensioni e munita di una epidermide delicatissima che facilmente cade e si distrugge; i loro colori sono meno vivi e meno variati. Le conchiglie di gasteropodi terrestri e di acqua dolce sono assai meno copiose delle marine e si trovano nei giacimenti stessi nei quali abbondano gli avanzi di mammiferi e di uccelli.

Il genere estinto *Nerinea*, la cui conchiglia è turriculata, allungata, coll'apertura più o meno dentata e coll'asse della spira munito di profonde solcature spirali, appartiene ai gasteropodi marini e si trova nei terreni eocenici, cretacei e giurassici.

I gusci di pteropodi (2) si trovano di rado allo stato fossile, fra quelli dei gasteropodi marini.

Dei lamellibranchi (3) troviamo copiosissime spoglie in tutti i terreni e massimamente nei più recenti. Il maggior numero di esse appartiene a molluschi marini, altre spettano invece e specie d'acqua dolce o d'estuario.

A quest'ordine di molluschi si riferisce verosimilmente la famiglia delle *rudiste*, una delle più interessanti pel geologo. Essa risulta di parecchi generi (tutti propri ai terreni secondari), le cui conchiglie

(1) Molluschi muniti di un disco carnoso (situato alla parte inferiore del loro corpo) per mezzo del quale strisciano. Hanno una testa distinta, guarnita ordinariamente di tentacoli e, il più delle volte, portano una conchiglia che è esterna o chiusa in un tegumento. (Vedasi la *Zoologia*).

(2) Sono molluschi marini simili a gasteropodi, i quali si trovano generalmente galleggianti o natanti nel mare; hanno conchiglie sempre piccole, sottilissime e trasparenti.

(3) Sono quei molluschi sprovvisti di testa che sogliono essere difesi da una conchiglia bivalve come le ostriche, i mitili, le telline, ecc.

sono costituite da due valve assai disuguali a pareti spesse, traforate di canaletti semplici o ramosi. Nell'*Hippurites* la valva inferiore, assai voluminosa, è fissa ad altri corpi marini ed ha forma di cono cavo, mentre la valva superiore è libera e costituisce come un coperchietto che si adatta sulla prima. Questa è inoltre perforata da numerosi canaletti che mettono la cavità interna in comunicazione coll'esterno.

I brachiopodi (1) furono molto più ampiamente rappresentati nel passato di quel che non sono nell'attualità. Presenti in quasi tutti i piani geologici, cominciando dai più antichi, vi figurano quasi sempre con forme peculiari (2).

Dei tunicati mancano quasi del tutto spoglie fossili, perchè questi animali sono sprovvisti di parti dure.

Agli anellidi fossili si riferiscono certe impronte meandriformi chiamate *nemertiliti* e certi gusci a foggia di tubi più o meno irregolari provenienti da formazioni marine.

I briozoarii sono per le forme esterne simili ai polipi, di cui tratteremo più innanzi, ed hanno analoga stazione. Essi compariscono nei terreni colle prime traccie della vita animale e si continuano fino alla attualità.

L'ordine degli echinidi (ricci di mare), uno dei più importanti della classe degli echinodermi, è rappresentato da buon numero di generi, che cominciano a comparire nei terreni carboniferi ed offrono il loro sviluppo massimo nei cretacei. Di certi echinidi trovansi fossili, i radioli (organi corrispondenti alle spine dei comuni ricci di mare) che assumono talvolta forme assai bizzarre.

L'ordine delle asterie o stelle di mare, assai più scarso di generi e di specie, si presenta per la prima volta nel periodo siluriano e si manifesta con forme peculiari in ogni tempo fino all'attualità. Il gruppo degli ofiuridei collega le asterie coi bizzarri crinoidi che, comparsi con gran copia di generi e di specie nei primordi della vita animale sul globo (cominciando dal periodo siluriano), divennero poscia sempre più rari; ma tuttora persistono con scarsi tipi.

Tra i celenteráti la classe dei polipi somministra copiosi avanzi testacei (polipai), talora perfettamente conservati, nei terreni recenti, come negli antichi. La comparsa di questi fossili data dai primordii

(1) Molluschi più imperfetti dei lamellibranchi, privi di ogni apparato locomotore e muniti di conchiglia bivalve.

(2) In Italia si citano fra i più competenti conoscitori delle conchiglie fossili il professore BELLARDI di Torino, il dottore FORESTI di Bologna, il dottore SORDELLI di Milano, il dottore DE STEFANI di Siena, il professore d'ANCONA di Firenze, il professore SEGUENZA di Messina.

scarsi e di minore interesse. Tra questi citeremo diverse piante conservatesi per incrostazione, che furono cioè modellate da sedimenti calcarei depositati in acque incrostanti, ed altre petrificate, vale a dire convertite in silice (1).

Come esempi di giacimenti ricchi di avanzi vegetali possono citarsi gli strati di tripoli, i quali risultano quasi esclusivamente di gusci silicei di diatomacee microscopiche.

PARTE QUINTA.

RILIEVI GEOGNOSTICI E GEOLOGICI, CARTE, SPACCATI

Allorchè si vuole investigare la struttura geologica di un paese, si deve cominciare col formarsi un concetto giusto della sua configurazione.

Se il paese è montuoso, convien determinarne dapprima la posizione di punti culminanti, misurarne l'altezza, computare appossimativamente il pendio dei versanti delle catene montuose e dei monti isolati, poi osservare la direzione dei corsi d'acqua, tracciare i limiti dei singoli bacini idrografici.

Ben s'intende che se esistono carte topografiche o meglio geologiche delle località che si vogliono studiare o di luoghi circostanti, o se si possiedono in proposito altri documenti forniti da precedenti esploratori, bisogna sempre consultarli affine di risparmiare tempo e fatica (2).

I punti culminanti di una regione montuosa sono bene spesso costituiti di roccie d'emersione, come graniti, protogini, serpentine e simili; tal'altra volta risultano di roccie sedimentarie o metamorfiche più o meno antiche. Ad ogni modo, è assai importante verificare la natura di questi materiali e determinare il contorno delle masse loro.

In tal guisa si viene spesso a conoscere l'epoca nella quale ebbe luogo, tutto od in parte, il sollevamento, e si acquista un criterio prezioso per le ulteriori indagini. Se le dette masse fossero costituite, per esempio, di un calcare con nummuliti, vale a dire se fossero eoceniche, ecco in tal guisa stabilito il fatto che quei monti si sollevarono

(1) Si trovano in questo caso i tronchi di palma silicizzati che abbondano nel deserto libico, presso il Cairo, in Egitto.

(2) Per procurarsi le opportune indicazioni, intorno ai lavori già esistenti

quando già si erano depositati nei mari terziarii i sedimenti nummulitici, quindi posteriormente ai primordii dell'epoca terziaria. Da ciò si potrà argomentare che i fianchi di quei monti sono costituiti di materiali più recenti. Infatti sulle roccie più antiche, le quali costituiscono come il nucleo, come lo scheletro di ogni rilievo montuoso, le formazioni successivamente depositate si presentano disposte d'ordinario in stratificazioni imbricate, le cui linee di affioramento sono circoscritte più o meno regolarmente ai contorni delle prime. Senonchè tale disposizione tipica è frequentemente occultata dai rigetti, dalle frane, dalla denudazione e da tutti gli accidenti geologici che si troveranno descritti nei trattati di geologia.

Se le masse culminanti constassero di roccie ignee, non bisognerebbe sempre inferirne che fossero originate anteriormente alle sovrapposte sedimentarie, perciocchè potrebbero provenire da una emersione posteriore, avvenuta per qualche soluzione di continuità esistente fra le prime, come succede di certi espandimenti di lave, recentissimi, che formano tuttavia la vetta di montagne vulcaniche, costituite nel rimanente, di materiali ignei, e sedimentari di età assai più remota.

Procedendo dalla riva del mare o dal piano, perpendicolarmente alla linea o asse dei maggiori rilievi, si incontrerà adunque una serie di terreni che ha principio coi più recenti e termina in generale colla massa culminante relativamente più antica, ovvero con qualche emersione di roccia ignea. Tra i due punti estremi si distingueranno, gene-

sulla geologia d'una data località, il viaggiatore farà bene a passare in rivista i seguenti periodici speciali:

The quarterly Journal of the geological society. — London;

Bulletin de la Société géologique de France. — Paris;

Neues Jahrbüch für Mineralogie, Geognosie, Geologie, und Petrefacten-Kunde herausgegeben, von K. C., von LEONHARD, und H. G. BRONN;

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. — Berlin;

Jahrbüch der K. K. geologischen Reichanstalt. — Wien;

Berg-und-Hüttenmannische Zeitung mit besonderer Berücksichtigung der Mineralogie und Geologie; redaction K. R. BORNEMANN und BRUNO KERL. — Freiberg.

Annales des mines redigées par les ingénieurs des mines. — Paris;

The American Journal of science and arts, conducted by SILLIMAN, SILLIMAN JUNIOR and DANA. — Newhaven.

Mémoires de la Société géologique de France. — Paris

Bollettino del R. Comitato geologico. — Roma.

Allo stesso oggetto potranno consultarsi con vantaggio l'*Histoire des Progrès de la Géologie de* 1834 *à* 1859 (Paris, 1847-1860), di d'ARCHIAC, e la *Revue de Géologie,* di DELESSE e LAUGEL. — Paris.

La carta geologica della terra, di F. Marcou (*carte géologique de la terre, 2e édition.* — Zurich, Wurster et C. 1875), presentando accennata a grandi tratti la geologia dei continenti, è suscettibile di rendere grandi servizi al viaggiatore, somministrandogli alcune generali nozioni sui paesi che si propone di esplorare.

ralmente, le formazioni terziarie dalle secondarie per la natura litologica e per la rispettiva loro potenza. Sarà meno facile il separare i terreni paleozoici dai più antichi dell'epoca secondaria; ma vi si perverrà collo studio dei fossili, ove questi non manchino, e con un diligente esame comparativo delle varie specie di roccie presentate dai suddetti terreni.

Questo primo e rapido colpo d'occhio deve essere completato dall'esplorazione delle valli ed in generale dei bacini idrografici, nei quali si troveranno le alluvioni antiche e moderne che caratterizzano l'epoca quaternaria.

Un esame diligente dei giacimenti attraversati, una retta interpretazione del loro ordine di sovrapposizione, la presenza di certe specie di roccie, e soprattutto il ritrovamento dei fossili caratteristici, permetteranno all'osservatore di specificare talune divisioni cui appartengono i singoli terreni.

L'ispezione dei materiali fluitati dai torrenti e dai fiumi potrà somministrare utili indicazioni, ponendo il geologo sulle tracce di masse emersorie, di dicchi, di filoni, i quali, presentandosi sopra un'area ristretta, erano sfuggiti alle sue indagini.

Per chi è novizio in geologia, diremo che in pratica la specificazione cronologica dei terreni può riuscire talvolta difficilissima od anche quasi impossibile e, ad ogni modo, richiede faticose e lunghe ricerche. Le difficoltà dipendono principalmente da che, bene spesso, i materiali detritici provenienti dallo sfacelo dei terreni, la terra vegetale, e soprattutto la vegetazione, coprono e nascondono i caratteri geologici del suolo; da che vi sono in certi luoghi sprofondamenti, spostamenti, piegature, contorsioni e perfino veri rovesciamenti di strati, pei quali è alterato o invertito l'ordine cronologico della sovrapposizione, da che, finalmente, l'abrasione verificatasi alla parte superiore di molte formazioni sconvolte impedisce di rintracciare l'ordine originario degli strati.

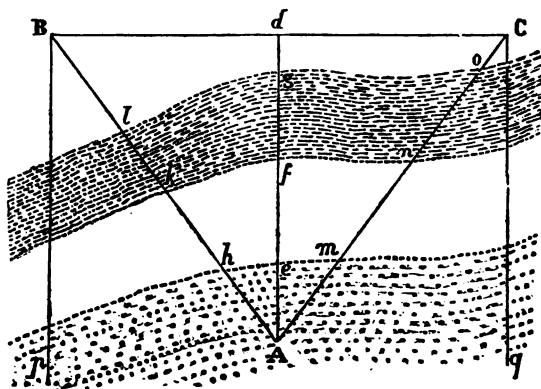
Lo studio geologico di un tratto di paese, massimamente se offre una configurazione molto accidentata, come quella, per esempio, delle regioni alpine, è una impresa alla quale non deve dedicarsi se non chi già possiede ampio corredo di cognizioni pratiche e teoriche, molto tempo disponibile, e sia dotato inoltre di fermezza, perseveranza e robusta costituzione.

Le osservazioni che un viaggiatore va raccogliendo sulla costituzione geologica di un paese debbono essere notate in un apposito giornale. Ma oltre a ciò è utilissimo il riassumerle sopra una carta topografica od itineraria, in guisa che questa diventi un abbozzo di carta geognostica o geologica.

Importa da principio segnar sulla carta i contorni dei singoli terreni, nei quali si considera unicamente la composizione litologica, distinguendo l'una specie dall'altra con peculiari tinte o con altri segni convenzionali (1).

Si ottiene così una *carta geognostica* e a questa deve limitarsi l'esploratore che non sappia o non possa (per ragione di tempo o di mezzi) estendere le proprie investigazioni alla determinazione cronologica dei terreni, la quale riposa particolarmente sullo studio diligente della stratigrafia e dei fossili.

Ecco alcuni dati pratici per tracciare sulla carta i confini dei vari terreni;

Sia nel territorio da esplorarsi un villaggio, una stazione, una abitazione, un punto fisso *A* qualsiasi ben determinato sulla carta, il quale, per la sua posizione centrale e le comodità che offre, venga scelto dal geologo per quartier generale delle sue investigazioni; sieno *B*, *C* due punti culminanti situati, nello stesso territorio, sulla linea delle maggiori elevazioni. L'esploratore, dirigendosi dapprima da *A* perpendicolarmente sulla linea *BC*, noterà sulla carta il punto d'incontro *d*, poi segnerà lungo la linea *Ad*, che rappresenta il tragitto effettuato, i confini dei terreni osservati per via, i quali potranno cadere in *e*, *f* e *g*.

Osservando la configurazione del paese e la disposizione degli strati, il geologo avrà potuto a tutta prima formarsi un concetto generale della maggiore o minore regolarità che regna nella successione dei

(1) Il color *rosso* carminio è impiegato per lo più a controsegnare le roccie granitiche e porfiriche, il *roseo* ad indicare le roccie metamorfiche prive di fossili.

terreni e quindi sulla miglior via da scegliersi per determinare esattamente il perimetro di ciascuno di essi. Egli vedrà quindi se, per conseguire lo scopo, sia opportuno seguire passo passo le linee *h e m*, *k f n*, *l g o* (vale a dire i confini tra i varii terreni), o se pure meglio convenga rintracciarne presso a poco l'andamento, determinando con precisione i punti d'incontro dei detti confini colle linee itinerarie *A C*, *A B*, *C q*, *B p*, e con altre la cui scelta dipenderà da circostanze locali e principalmente dalla agevolezza delle comunicazioni.

Siccome i contorni delle formazioni sono in generale irregolari tortuosi, il primo sistema sarà per lo più da preferirsi al secondo, ben si intende quando non sia inapplicabile a causa degli accidenti del terreno o per altri ostacoli naturali. In ogni caso, il risultato delle osservazioni dovrà essere accuratamente registrato sulla carta.

Facilmente si comprende come, ripetendo l'operazione sopra descritta in varie direzioni e cangiando il punto di partenza, si possa raggiungere lo scopo di delimitare i terreni che costituiscono il suolo di un dato paese e di rappresentare graficamente, con una certa approssimazione, la distribuzione topografica di ciascuno di essi.

Se il paese fosse piano o quasi piano, i punti *B* e *C* potrebbero esser presi sopra una linea qualsiasi; è però preferibile che sieno scelti sulla perpendicolare ad uno dei principali corsi d'acqua.

Abbiamo detto che la prima linea itineraria deve condursi perpendicolarmente alla linea delle maggiori altezze *B C*, perchè in tal guisa è più probabile che l'esploratore s'imbatta fin da principio in una serie estesa di formazioni distribuite con un certo ordine. Ma la regola non è assoluta e può, in alcuni casi, tornar vantaggioso di procedere diversamente, per trovar subito un terreno più favorevole alle indagini o per evitare le località, il cui studio presenti difficoltà insuperabili per chi già non abbia imparato a conoscere i territori circostanti.

Per fissare la direzione delle gite d'esplorazione rappresentate dalle rette *Ad*, *AB*, *AC*, si adopera la bussola da mineralogista che abbiamo già descritta od una bussola topografica. I punti d'intersezione *e*, *f*, *g*, *h*, *k*, *l* si sogliono determinare coi metodi suggeriti dalla topografia (1), oppure, approssimativamente, calcolando il tempo impiegato per raggiungerli e riferendo la posizione loro a quella di punti noti già segnati sulla carta.

Si raccomanda al geologo viaggiatore l'uso di un buon barometro aneroide per la determinazione delle altitudini; ciò specialmente quando

(1) Vedi in proposito le istruzioni per la Geografia.

si proponga di eseguire sezioni o spaccati. In certi casi speciali può giovare un telemetro per misurare le distanze ed un piccolo sestante tascabile per fissare la posizione di punti importanti o verificare le indicazioni date dalle carte geografiche.

Nella esplorazione delle località molto accidentate e di accesso difficile gioverà talora al geologo di portarsi sopra un punto assai culminante e di verificare da quello, coll'aiuto d'un buon cannocchiale, l'estensione approssimativa di certe formazioni, delle quali non potrebbe seguire il contorno. L'aspetto di certe roccie, anche a distanza, basta, a chi possieda un po' di pratica, per riconoscerne all'ingrosso la natura litologica. Tra gli Appennini, è facile distinguere in lontananza le pendici scoscese, oscure, sterili, costituite di serpentina, da quelle d'argilla, di marna, di calcare. Sulle Alpi, non si confondono dall'alpinista le cime e i crinali di granito, foggiati a guglie verticali e a denti acuti, da quelli men frastagliati e a punte più ottuse, formate di scisti. La forma anulare o a cono tronco di un monte rivela immancabilmente l'esistenza di formazioni vulcaniche.

Nel segnare il contorno di masse rocciose assai circoscritte, converrà che il geologo si accerti possibilmente se si tratta di *roccie in posto*, di materiali franati o *di massi erratici*, che, in quest'ultimo caso, dovranno figurare sulla carta con speciali indicazioni. Finalmente, quando, lungo la linea percorsa, il terreno agrario e la vegetazione (1) nascondono la natura litologica del suolo, il geologo dovrà contentarsi di raccogliere qua e là, nelle vicinanze, i documenti di cui abbisogna: dovrà risalire i corsi d'acqua, massime quelli che hanno un carattere torrenziale, ed osservare le roccie denudate e corrose dalle correnti, dovrà ispezionare i burroni, le frane, gli scoscendimenti, nonchè i luoghi nei quali il sottosuolo sia stato artificialmente messo a nudo, come avviene nelle cave di pietra, nelle miniere, nei fossi d'irrigazione, ecc.

Segnati sulla carta geognostica i contorni dei terreni, questi debbono essere distinti, come già dissi, con particolari tinte.

Converrà poscia distinguere con segni convenzionali, sulla carta geognostica, quali roccie si presentano in istrati verticali, orizzontali o contorti. La prima condizione si esprime graficamente col segno +, la seconda col segno -|-, la terza con una linea ondulata ∿∿ ; l'inclinazione generale degli strati si suole indicare col segno ➸ . Poi con altri segni si notano gli affioramenti di minerali metalliferi e di combustibili fossili e, se si vuole, anche le sorgenti di acque termali e minerali.

(1) In vasti tratti di paese, situati tra i tropici, in cui la vegetazione è assai rigogliosa, le investigazioni geologiche diventano perciò quasi impossibili.

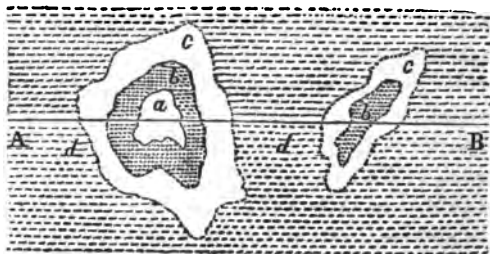
Ben s'intende come ogni carta geognostica si possa convertire in carta geologica, assegnando a ciascuna tinta un valore cronologico.

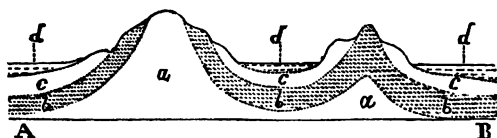
Le carte geognostiche e geologiche si costruiscono abitualmente su carte topografiche già esistenti e quindi sulla medesima scala. Ove mancano le carte topografiche, si costruiscono sulle basi delle carte geografiche di maggiori proporzioni, e se queste risultano troppo ridotte per contenere tutte le indicazioni richieste, si riproducono, tutte o in parte, in più grande scala.

Le carte geologiche che abbracciano un piccolo territorio, come sarebbe quello di uno dei nostri circondarii o dei nostri mandamenti, debbono esser fatte di preferenza ad una scala non minore di $\frac{1}{25000}$. Per territori più estesi si possono adottare scale diverse, secondo le circostanze e gli speciali intenti dell'operatore.

Nella pubblicazione delle dette carte si trascurano tutte le indicazioni geografiche, superflue pel geologo, che potrebbero generar confusione.

La costituzione geologica di un territorio si esprime non solo colle carte ma anche colle sezioni. Queste rappresentano il risultato di osservazioni dirette, ovvero sono, come suol dirsi, teoriche. Nel primo caso consistono nella riproduzione di spaccati naturali od artificiali; nel secondo riposano sopra osservazioni di fatto, coordinate da congetture più o meno plausibili. È sempre da preferirsi il sistema d'indicar nelle sezioni solo ciò che si vede.

Sia un territorio che offra la costituzione superficiale rappresentata dalla annessa figura. Se lungo una direzione fissa $A\ B$, si trovano

gli affioramenti dei terreni *a*, *b*, *c*, *d*, come mostra la figura, se si sarà verificato che il terreno *b* riposa su *a*, che *c* riposa su *b* e *d* su *c*; se si conosceranno le inclinazioni e le direzioni degli strati, le altezze alle quali la linea $A\ B$ incontra i varii contatti, sarà possibile esprimere con molta verosimiglianza la costituzione di quel territorio collo spac-

cato teorico tracciato qui sotto nel quale l'andamento delle masse rocciose *a*, *b*, *c* è in gran parte ipotetico.

I vari terreni sono distinti negli spaccati dalle stesse tinte che servono a contrassegnarli nelle carte geologiche e geognostiche corrispondenti.

Gli spaccati vogliono essere fatti, possibilmente, proporzionali, vale a dire, le lunghezze e le altezze loro debbono riferirsi ad una scala determinata.

Talora si segue una scala maggiore per le altezze che per le larghezze, poichè, costruendo lo spaccato secondo una proporzione unica, risulterebbe troppo angusto lo spazio destinato ai particolari nel senso dell'altitudine, e la figura riuscirebbe tanto lunga da non potersi abbracciare in un sol colpo d'occhio.

PARTE SESTA.

RACCOLTA DELLE ROCCIE E DEI FOSSILI.

Gli oggetti pertinenti alla geologia di cui si raccomanda al viaggiatore di fare incetta, sono principalmente le roccie ed i fossili. Le roccie si possono raccogliere coi seguenti criteri:

1° Come esemplari di specie e varietà litologiche, e come rappresentanti la costituzione geologica o geognostica di un territorio o di una formazione;

2° Come campioni di materiali utili per le loro applicazioni;

3° Come illustrazione di qualche interessante fenomeno geologico.

Nel primo caso si scelgono di preferenza frammenti che presentino nettamente distinti i caratteri più spiccati del terreno cui appartengono, non però campioni d'aspetto affatto eccezionale che potrebbero indurre in errore.

Si procura che questi frammenti non sieno alterati dagli agenti esterni, e però si staccano dalla roccia viva, dopo averne eliminata la parte superficiale.

Prima di staccare il campione dal masso è bene sperimentare, con alcuni colpi di saggio, se questo sia fragile o tenace, e in quali direzioni si fende più facilmente. Si risparmiano così fatiche inutili.

I frammenti si foggiano poscia, per mezzo di un martello, in parallelopipedi più o meno regolari, ai quali si suol dare una lunghezza di 10 a 12 centimetri, una larghezza di 8 o 10 centimetri ed una spessezza di 2 a 3 centimetri. Coll'esercizio si rende ben presto svelta e sicura la mano in questa operazione. D'altronde, non è necessario che l'acconciatura dei saggi sia fatta in viaggio e dallo stesso raccoglitore.

Le roccie sciolte, come sabbie, ghiaie, terre, si conservano naturalmente in scatole o boccie, e i liquidi in opportuni recipienti di cristallo, muniti di buoni turaccioli.

Di ogni specie o varietà di roccia convien raccogliere non meno di due esemplari.

Allorchè la roccia si considera come materiale utile o suscettibile di diventarlo, si raccoglie secondo i casi in maggior o minor copia, e non si possono prestabilire le dimensioni e le forme degli esemplari.

Lo stesso dicasi del caso in cui una roccia serva a dimostrare un dato fenomeno geologico, o sia scelta come campione di alcuna disposizione o struttura interessante.

Se, a cagion d'esempio, un viaggiatore trova dei ciottoli e dei massi striati, solcati o levigati da un antico ghiacciaio, in una valle da lui visitata, sarà utile che egli ne tolga seco qualche campione, come prova palpabile del fatto. Ma evidentemente, tra gli esemplari suscettibili di essere agevolmente trasportati, egli sceglierà i più caratteristici, indipendentemente dalla forma e dalla mole.

Per la raccolta delle roccie si adoperano principalmente due specie di martelli.

Conviene che uno di questi sia terminato, ad una estremità, in punta un po' arcuata e l'altro sia munito d'un taglio, a spigolo tagliente, parallelo al manico. Il primo deve pesare circa un chilogrammo, pel secondo basta un peso della metà. Bisogna che questi stromenti siano fatti d'acciaio ben temperato e solidamente adattati a robusti manichi.

Sono del pari utilissimi, per lo stesso oggetto, due scalpelli d'acciaio, uno dei quali a punta quadra e l'altro foggiato a cuneo.

Per dar le forme opportune ai campioni, si sogliono adoperare dei martellini cubici di varie dimensioni.

Possiamo considerare i fossili dal punto di vista puramente paleontologico o come elemento per la classificazione dei terreni. Ad ogni modo, importa che sieno estratti dai loro giacimenti senza essere spezzati e pesti, e vengano con grande attenzione spogliati, almeno in parte, dalla terra e dai materiali estranei che abitualmente li rivestono.

Nei fossili, massimamente in quelli appartenenti ad alcuni ordini, si apprezza assai la buona conservazione. Ma ben s'intende che questa è relativa all'oggetto fossilizzato ed alla sua età geologica. Così un'impronta d'insetto, dalla quale sia possibile conoscere il genere o la famiglia cui appartiene, è un *bel fossile, un fossile ben conservato*, mentre una conchiglia in condizioni analoghe si ritiene talvolta un pessimo esemplare.

Parimente, certi modelli di conchiglie, che sarebbero di poco momento se fossero rinvenuti in un terreno recente, diventano importantissimi quando provengano da formazioni paleozoiche.

Un dente di mammifero, trovato in una breccia ossifera quaternaria, sarà cosa volgare, se appartiene ad una specie comune ; potrà essere invece interessantissimo, se spetta ad una specie nuova o rara. Un consimile dente estratto da un terreno assai antico, cretaceo o liassico, diventa per ciò solo preziosissimo a qualunque specie si riferisca.

Moltissime cure e pazienza grandissima si richiedono dal raccoglitore, il quale, scoperto un fossile di grandi dimensioni (per esempio uno scheletro di cetaceo, l'impronta di qualche pianta arborescente od altro simile), ne tenti l'estrazione.

Bisogna che egli sia ad un tempo sollecito e prudente, e sappia apprezzare adequatamente tutte le circostanze favorevoli o nocive alla sua impresa.

Talvolta l'oggetto di cui desidera ardentemente il possesso, ed al quale ha consacrato da lungo tempo le sue fatiche, si riduce in polvere al contatto dell'aria, tal'altra una frana lo schiaccia, o un acquazzone lo stempera nello spazio di poche ore.

Allorchè si raccolgono fossili in un terreno umido, bisogna avvertire di non porli immediatamente in un mezzo molto asciutto, poichè in conseguenza del rapido disseccamento si potrebbero sgretolare.

Quelli che presentano qualche tendenza a frangersi spontaneamente, sotto l'influenza degli agenti esterni, si debbono immergere in una leggiera soluzione di colla di pesce (1). Fu proposto per lo stesso oggetto di spalmarli con una soluzione di silicato di potassa, la quale, prosciugandosi, lascia alla superficie loro come una vernice vitrea (2).

Per procurarsi i fossili minutissimi, disseminati in certi terreni terrosi o sabbiosi, bisogna raccogliere una certa quantità di detriti provenienti da quei terreni, stacciarli con una rete metallica per asportarne le parti più grossolane e farne la scelta col soccorso di una lente.

(1) Questo sistema è soprattutto utile per gli ossami di mammiferi.

(2) Si adopera la soluzione più o meno carica secondo i casi. La sua densità deve corrispondere almeno a 30° dell'areometro di Beaumè.

Altri fossili, che fanno corpo colla pietra in cui sono inclusi, non si possono discernere senza aver subìto una speciale preparazione.

Per verificare l'esistenza di polipai o di spugne in certi calcari molto metamorfici, conviene segare un pezzo della roccia e levigarla. Talvolta si ottiene un risultato più soddisfacente trattando con un acido diluito (acido solforico o nitrico) la superficie levigata del saggio.

Non siamo in grado di prefiggere il numero degli esemplari che si deve raccogliere per ogni specie di fossile, ma possiamo dire in tesi generale che conviene raccoglierne molti, massime quando si tratti di piccole specie e quando si trovino in paese poco esplorato.

Gli stromenti atti alla raccolta dei fossili sono, oltre ai martelli sopra descritti (vedi pag. 313), zappe, picche e marre, le cui forme e dimensioni non possono essere determinate che per ogni caso speciale.

Il raccoglitore deve pure rivolgere la sua attenzione all'imballaggio delle roccie e dei fossili, acciocchè i trasporti non abbiano a danneggiarli. Ogni oggetto, munito di una cartolina, in cui ne sia esattamente registrato il giacimento e la provenienza, dev'essere involto in un foglio di carta; e se il pezzo è fragile, è pur bene che sia circondato di bambagia, di stoppa o d'altra sostanza soffice, prima di fasciarlo nella carta, ed, occorrendo, sia posto in una scatola di legno o di metallo. Gli oggetti piccoli si conservano, acciocchè non siano dispersi, in scatoline, o meglio in tubetti di vetro chiusi ad una estremità e muniti di turacciolo di sughero (1).

Gli involti si dispongono poi accuratamente in una o più solide casse, in istrati divisi l'uno dall'altro da letti di materie soffici (non umide), come muschi, alghe, ritagli di carta, fieno, stoppa, ecc.

Rammenteremo, comunque possa sembrar superfluo, di non mai porre insieme, nella stessa cassa, pezzi fragili e campioni assai pesanti e voluminosi. Abbia presente sempre il raccoglitore che un momento di negligenza nell'imballare le sue collezioni può privarlo del frutto di lunghi e penosi lavori.

Per la determinazione degli esemplari raccolti nelle sue gite, farà ottima cosa il viaggiatore a sollecitare il concorso o l'aiuto di qualche abile specialista.

(1) Tali tubetti si possono acquistare presso tutti i negozianti di vetrerie per laboratori di chimica e costano, secondo le dimensioni, da 5 a 20 cent. cadauno.

ANTROPOLOGIA ED ETNOLOGIA (1)

PER

E. GIGLIOLI E A. ZANNETTI.

PARTE PRIMA.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

I.

Preliminari.

L'Antropologia può dividersi in tre grandi sezioni: *Morfologia*, *Fisiologia*, *Etnologia*. Si comprende nella prima tutto ciò che riguarda la forma e la struttura del corpo umano; nella seconda tutte le fun-

(1) Si consulteranno con vantaggio intorno a questi rami di scienza le opere seguenti:

TOPINARD, *L'Anthropologie.* — Paris, 1876, (un vol.).

BROCA, *Instructions générales pour les recherches anthropologiques.* — Paris, 1865.

BROCA, *Instructions craniologiques et craniométriques.* — Paris, 1875.

BROCA, *L'ordre des primates. Parallele anatomique de l'homme et des singes.* — Paris, 1870.

PESCHEL, *Volkerkunde.* — Leipzig, 1874 — (un vol.). Esiste anche in inglese.

PRICHARD, *Histoire naturelle de l'homme* (trad. ROULIN). — Paris, 1843. (2 vol.).

BRACE, *The races of the old World: a manual of ethnology.* — London 1863. (2 vol.).

WOOD, *The natural history of man.* — London, 1869-70. (2 vol.).

WAITS, *Die Antropologie.* (Opera voluminosa da consultarsi).

LUBBOCK, *The origin of civilisation and primitive condition of man.* — London 1870 (un vol.; tradotto pure in francese e in italiano).

BROWN, *The races of mankind.* — London, 1874.

TYLOR. *Anthropology: an introduction to the study of Man.* — London, 1880.

MÜLLER, F. *Allgemeine ethnographie.* — Wien, 1879.

LETOURNEAU, CH. *Sociologie.* — Paris.

zioni degli organi, comprese quelle del cervello che diconsi più specialmente facoltà psichiche; nella terza, che dicesi anche Etnografia, si studia la classificazione delle diverse razze umane e tutte le questioni che ad essa si riferiscono. Il viaggiatore può occuparsi con vantaggio di tutte e tre queste divisioni e particolarmente della prima.

II.

Morfologia.

Per una descrizione anatomica completa dell'uomo e dei primati rimanderemo il lettore all'eccellente manuale di anatomia dei vertebrati dell'illustre Huxley, del quale fu testè pubblicata una traduzione italiana (1). Qui non sarà dato che un ristretto dei caratteri anatomici peculiari all'uomo.

Il viaggiatore dovrà ricordare che le forme esterne presentano lievi differenze per le diverse razze; nella statura assoluta, nella lunghezza del tronco rispetto agli arti, degli arti anteriori rispetto ai posteriori, del braccio relativamente all'avambraccio, delle coscie alla gamba, della mano al piede, delle dita della mano a quelle del piede, e dell'une e delle altre tra di loro; nella forma e nelle dimensioni delle articolazioni, specialmente del gomito e del ginocchio; nella grossezza delle braccia, delle natiche, della coscia, delle polpe; nella larghezza e direzione delle spalle o del bacino; nella lunghezza e circonferenza del collo; nel volume relativo della testa; nella posizione delle mammelle; nelle dimensioni relative del pene e dello scroto; nella posizione della vulva.

Dopo la nascita le proporzioni del corpo si mutano per lo sviluppo più rapido e maggiore delle gambe, onde il punto medio della lunghezza totale, dall'ombilico circa nel neonato, vien portato alla sinfisi del pube nell'adulto.

L'uomo adulto ha, press'a poco, tre volte e mezzo la statura del neonato, le braccia nella medesima proporzione, la testa soltanto due volte più grande e le gambe cinque volte più lunghe.

È generalmente ammesso che a qualsiasi età, dopo la nascita, nei casi normali, la distanza tra le estremità delle due dita mediane, tenendo le braccia tese sia eguale alla statura.

(1) T. H. Huxley, *Manuale dell'anatomia degli animali vertebrati* (tradotto con note ed aggiunte da E. H. Giglioli) — Firenze, 1873. (Un volume in piccolo 8° di 500 pag., con 110 figure intercalate nel testo. Prezzo lire ital. 5).

Nella mano il pollice robusto e lungo giunge almeno alla metà della falange basilare dell'indice. Nel piede il tarso occupa circa la metà della lunghezza, il processo calcaneale è lungo ed allargato posteriormente.

L'alluce (pollice del piede) è circa il terzo della lunghezza totale del piede e quasi lungo quanto il secondo dito. La sua mobilità, sebbene variabile nei diversi individui, e nelle diverse razze, è relativamente piccola confrontata con quella dell'alluce degli altri Primati.

La colonna vertebrale consta di 7 vertebre cervicali, 12 vertebre dorsali, 5 vertebre lombari, 5 vertebre sacrali e 4 vertebre coccigee (o caudali). Nella regione toracica la colonna spinale è concava anteriormente, in quella lombare convessa; cosicchè veduta lateralmente descrive quasi un S, e fa un notevole angolo *vertebro-sacrale*. I processi spinosi delle vertebre cervicali mediane sono più corti di quelli della settima vertebra del collo, e nei casi ordinari sono biforcati, eccetto, a quello che sembra, in alcune razze inferiori. Le costole sono, normalmente, dodici paia, possono però esser tredici. Vi può pure essere una sesta vertebra lombare. Generalmente l'ultima di queste non ha processi trasversali allargati e connessi colle ossa iliache, ma in certi casi ciò succede e quella vertebra acquista la forma di una delle sacrali, come pare si verifichi spesso negli Australiani e nei Boschimanni. La larghezza del sacro sarebbe sempre maggiore della sua lunghezza; il numero delle sue vertebre può esser maggiore del normale.

Nel cranio, oltre la prevalenza della parte cerebrale su quella facciale, la posizione prettamente anteriore di questa, la mancanza di creste sporgenti (sagittale e lambdoidea) sulla superficie craniense, troviamo i condili occipitali entro il quinto mediano della totale lunghezza della base del cranio, il foro occipitale che guarda in giù, o ben leggiermente inclinato in avanti od indietro, i processi mastoidei ben pronunziati. Le orbite sono in certa guisa sotto e non semplicemente innanzi la parte anteriore della cavità cerebrale; le ossa nasali sono più o meno sporgenti, ma sempre alzate sopra il piano facciale; la distanza tra gli zigomi è minore del maggiore diametro trasversale del cranio, oppure lo eccede di poco. Nell'arcata zigomatica la porzione malare è più larga di quella temporale; il meato uditivo è allungato in senso verticale; la sinfisi mandibolare forma la prominenza del mento.

Nelle diverse razze umane sembra che il cranio presenti le più notevoli variazioni, e quantunque ben di rado si possa dare la diagnosi di una razza umana soltanto coi caratteri desunti dal volume, dalla forma e dallo sviluppo relativo delle varie parti del cranio, è tuttavia utilissimo fare tali ricerche craniologiche. Le proporzioni relative dei

diametri antero-posteriore, trasversale e verticale variano moltissimo, e gli antropologi hanno però stabilito alcuni punti fissi, alcune unità di confronto che rendono la craniologia comparata umana più facile. Il Retzius, per esempio, ha distinto le razze *brachicefale* o a cranio corto, *dolicocefale* o a cranio lungo, *acrocefale* o a cranio acuminato, *platicefale* o a cranio depresso.

La capacità cerebrale degli adulti, lasciando da parte i casi patologici, varia all'incirca tra 1230 e 1600 centimetri cubici.

La forma, lo sviluppo relativo e la disposizione delle ossa della faccia presentano notevoli differenze nei vari tipi umani, e gli antropologi si sono affaccendati a trarne i dati per distinguere le razze le une dalle altre. Così nacquero quelle misure che esprimono la prominenza della faccia. Coloro che hanno questa prominenza marcata diconsi *prognati;* coloro in cui l'inclinazione in avanti di quella parte della faccia è minima diconsi *ortognati*. Più tardi facendo un confronto tra la lunghezza e la larghezza della faccia, vennero detti *eurignati* coloro che hanno gli zigomi molto sporgenti. Negli ortognati l'arco formato dai denti è largo e regolare, nei prognati è più stretto ed i suoi rami laterali, quasi rettilinei, vanno quasi parallelamente indietro. I denti, e specialmente i molari variano nelle relative dimensioni nelle varie razze. Sembra mancare sempre un diastema, o soluzione di continuità, nella serie dei denti tra i canini ed i molari, sebbene i canini possano essere sporgenti. I premolari hanno due radici e la corona dei due anteriori inferiori non è appuntata.

La dentizione dell'uomo è uguale a quella delle scimmie antropomorfe e del vecchio continente.

La dentizione di latte è formata da 20 denti: quattro incisivi, due canini e quattro molari, cioè 10 denti per mascella. La seconda dentizione è di 32; quattro incisivi, due canini e dodici molari, cioè 16 per mascella.

Soltanto nell'uomo si ha un vero bacino, il cui diametro trasversale non è per il solito sorpassato da quello antero-posteriore. Facendo astrazione dalle differenze sessuali, si crede che nelle razze inferiori della famiglia umana il bacino nel maschio sia notevolmente più piccolo in varie delle sue parti e più diverso da quello della femmina che non si osserva nelle razze più alte; vi sarebbe specialmente una tendenza di uguaglianza tra i diametri antero-posteriore e trasversale dell'orlo pelvico, ora citati. In alcuni casi il diametro antero-posteriore sarebbe maggiore dell'altro (donne boschimanne). Il diametro intersciatico sarebbe assai corto negli Australiani.

La struttura scheletrica degli arti, del piede e della mano non ha qui bisogno di essere rammentata. Nel neonato le piante dei piedi

sono voltate in dentro, sicchè si trovano spesso una contro l'altra; l'alluce e le altre dita del piede hanno una notevole mobilità.

La miologia umana presenta ben pochi tratti peculiari, e questi si possono ridurre allo sviluppo maggiore di alcuni muscoli, specialmente negli arti posteriori (glutei, gemelli). Però lo spessore dei muscoli che danno volume alle natiche ed ai polpacci varia notevolmente nelle diverse razze. Alcuni muscoli poi hanno inserzioni speciali, o qualche altra differenza nella indipendenza dei loro fasci, tutte cose che solo un anatomico può osservare, e che, se hanno un'importanza fisiologica, non l'hanno come carattere anatomico.

Nella struttura generale dei diversi organi troviamo soltanto qualche particolarità nei minori dettagli. Nel cervello umano, facendo astrazione del suo volume assolutamente maggiore, la maggiore complicanza delle circonvoluzioni, la minore concavità della faccia orbitale dei lobi anteriori, le dimensioni maggiori degli emisferi cerebrali a confronto di quelle del cervelletto, le dimensioni relative dei nervi cerebrali, sono gli unici tratti distintivi.

Negli organi genitali la mancanza di un vero osso nel pene e la forma del glande sono le sole notevoli particolarità. La femmina è normalmente più piccola del maschio, ha torace più corto, addome più lungo, fianchi più larghi se confrontati colle spalle. Il corpo è più glabro, eccetto sulla testa, ove, in alcune razze, i capelli sono più abbondanti e più lunghi. Il colore della pelle più chiaro. Nello scheletro vediamo le sporgenze per l'inserzione dei muscoli meno marcate, i femori inclinati, il bacino più capace con arco sub-pubico più aperto, curva sacrale meno marcata. Nel cranio, che ha dimensioni e capacità generalmente minori, mancano quasi sempre le sporgenze sopra-orbitali. Insomma può dirsi che quando i caratteri femminili non derivano direttamente dalle particolarità genitali, sono infantili, e si trovano anche nei maschi innanzi la pubertà. I peli sono più abbondanti sulle parti superiori della testa, e, generalmente nelle ascelle, sulla regione pubica e sulla parte sternale del torace. Il maschio è più peloso della femmina sul corpo e sulla regione mandibolare e mascellare della faccia. Nei due sessi vi sono cigli palpebrali e peli sopracciliari più o meno sviluppati, e spesso, specialmente nei giovani e nelle femmine, una corta e fina lanugine ove sogliono svilupparsi peli nel maschio adulto. I capelli ed i peli del corpo variano non solo nella quantità, ma nel colore, nella natura, nella forma e nella disposizione. Il colore della cute, eccetto in quelle parti ove prende l'aspetto di mucosa, varia da un bianco più o meno roseo, o gialliccio (color di cera vergine bianca), a tutte le tinte possibili di giallo-bruno o bruno-rossiccio fino ad un bruno-cioccolata, talvolta così carico da sembrar

nero sotto certe incidenze di luce. Il nero assoluto, il bianco puro, od il giallo puro non esistono che nelle tavole mal colorate di certi trattati di etnologia.

III.

Fisiologia.

Sarebbe inutile il dar qui un breve cenno di fisiologia generale, perchè le cognizioni più necessarie sono a tutti note, e la fisiologia comparata delle razze umane, che potrebbe maggiormente premere al viaggiatore, è uno studio ancora da farsi. Basterà dunque quel poco che ne diremo nelle istruzioni. Mà noi comprendiamo nella fisiologia anche le funzioni cerebrali o la psicologia, e su questa conviene trattenersi un poco.

Nella fisiologia delle funzioni, che si possono dire *vegetative* e riassumere coi titoli di *nutrizione* (vita dell'individuo) e *riproduzione* (vita della specie), l'uomo non presenta notevoli particolarità, ma in quelle che diconsi funzioni *di relazione* e che sono manifestazioni diverse dell'attività nervosa troviamo tutti i più elevati caratteri dell'uomo, ed in questo lato della nostra storia, bene spesso riesce difficile l'applicazione del noto aforisma: *Nosce te ipsum*. L'uomo qui si distacca dagli animali, ai quali stretti legami di morfologia lo collegano, questo distacco, sensibile anche nell'infimo selvaggio, diventa enorme negli individui più perfetti delle razze superiori. Si è dato il nome di *psicologia* allo studio di questa parte delle funzioni umane, le quali, se da una parte si connettono colla vita vegetativa e animale, dall'altra si elevano al di sopra dei bisogni di quella vita, per occupare una più elevata regione, nella quale l'uomo regna solo. Eppure, malgrado il tanto elevarsi di questi fenomeni psicologici, non possiamo chiamarli esclusivi dell'uomo perchè anche gli animali li posseggono; e talvolta, lungi dal gruppo di cui noi facciamo parte, al di là delle frontiere dei ertebrati, tra gli animali che occupano i più bassi gradini dell'edificio zoologico, s'incontrano dei fenomeni nervosi (diremmo quasi cerebrali), la cui interpretazione ci rende grandemente dubbiosi e minaccia di rovesciare tutti i nostri vantati sistemi scientifici.

Se non sappiamo gran cosa della nostra psicologia, conosciamo ancora meno quella degli animali, e da ben poco tempo s'incominciò a considerare il grande *centro* nervoso della vita di relazione non come un organo solo, ma come la somma di più organi che si influenzano e si modificano a vicenda; organi che entro il cranio umano sono così finamente equilibrati, che un urto apparentemente insignificante, come

quello prodotto dall'ingrossamento o la rottura di un vaso capillare, basta per annientare le facoltà psichiche anche dell'uomo il più eminente, e senza ucciderlo, ridurlo al pari o più basso dei bruti.

È dunque evidente che ogni osservazione, ogni fatto che possa servire a rischiarare un tratto di psicologia umana sarà un prezioso acquisto per la scienza.

IV.

Etnologia.

Presi in considerazione tutti i caratteri morfologici e fisiologici dell'uomo, resta a fare uno studio di comparazione per riunire gli esseri umani in gruppi distinti, riunendo e distinguendo secondo le affinità e secondo le differenze. Ma il gruppo umano non è isolato e questo studio comparativo, questa ricerca di affinità e differenze può estendersi dall'uomo agli animali, dimodochè l'etnologia non deve soltanto dividere e suddividere il gruppo umano, ma determinare il posto che deve occupare relativamente agli altri esseri. Egli è naturale che secondo le idee che avremo sul grado di parentela tra l'uomo e gli animali, saremo condotti a porre l'uomo più vicino o più lontano da essi. Ecco come la etnologia si trova trascinata a discutere la derivazione dell'uomo dagli animali o un qualunque altro modo di comparsa sulla terra. Questa parte dell'antropologia può dunque dividersi in due: l'una più teorica che tratta del posto dell'uomo nella natura, l'altra più modesta e puramente descrittiva che si occupa della classificazione delle razze e che potrebbe chiamarsi tassonomia antropologica.

Del posto dell'uomo nella natura.

Morfologicamente considerato, l'uomo non è che un Primato. La differenza morfologica tra una delle scimmie dette antropomorfe ed un uomo si può riassumere in leggiere modificazioni dello scheletro assile ed appendicolare coi muscoli che vi sono inseriti, onde assicurare l'incesso eretto, e nella parte cerebrale del cranio più ampia per proteggere un encefalo più voluminoso. Gli altri caratteri, come la uguaglianza dei denti e la mancanza di diastema o la scarsità dei peli sulla superficie del corpo, sono di minore importanza.

Le migliori autorità fanno dell'uomo una sola specie (*Homo sapiens* di Linneo), formante una sola famiglia *Antropidee* e un solo sottordine *Antropini*.

L'origine dell'uomo è stata in questi ultimi tempi argomento di

una ricerca attiva. Da vari anni l'idea di una derivazione da forme animali ha prevalso sopra quella più antica della creazione indipendente. Veramente, tutte le ricerche paleo-antropologiche fatte sin qui non sono riuscite a provare l'esistenza dell'uomo sulla terra più indietro degli ultimi tempi pliocenici, e i crani sin qui trovati, contemporanei ai resti di mammiferi ora estinti, non ci presentano notevoli affinità cogli antropomorfi. Anzi alcuni di quei crani sono di tipo più alto di quelli di razze inferiori tuttora viventi. Tuttavia, se si considera che lo sviluppo fisico precede lo intellettuale e che appunto per il fisico l'uomo si avvicina molto agli animali, non sembra illogico il supporre che, secondo ogni probabilità, la culla del genere umano fosse entro i tropici, giacchè anche ora gli antropomorfi abitano paesi tropicali, ed intorno all'equatore si svolgono in maggior numero le forme animali. Dal momento che l'elezione naturale ebbe portato il nostro ignoto progenitore alla forma fisica umana, rovesciò il massimo della sua azione sul lato psichico o intellettuale che più tardivamente andava svolgendosi. Per esempio, gli uomini spinti dalle circostanze ad abitare le zone temperate, costretti a combattere energicamente per vivere, in circostanze assai più difficili che non gli abitatori della zona calda, per ripararsi dal freddo, per soddisfare la fame nei mesi improduttivi, impararono a pensare al domani, s'ingegnarono a vestirsi e divennero agricoltori. I climi rigidi dotarono l'uomo di una tempra più robusta, stimolarono la sua intelligenza, promossero maggiori legami sociali, e tutto ciò con una lotta tra la mente e la materia, l'intelligenza e le cause telluriche; una lotta che non avveniva nella zona beata dalla perenne estate, ove la vita era facile, ove l'uomo non aveva che a stendere il braccio per trovare cibo, ove la temperatura rendeva superfluo ogni vestiario ed anche la casa. La storia ci conferma che tutte le civiltà ebbero una derivazione primitiva nordica, oppure in altipiani temperati, e anche ora troviamo il carattere dell'uomo più fermo, la individualità più marcata, i legami sociali più stretti nei paesi che godono un clima temperato o piuttosto freddo.

Se le idee sopra accennate, che furono, tanto per lo sviluppo fisico come per il morale, più ampiamente svolte dall'illustre Wallace, sono esatte, resterà chiaramente spiegata l'origine delle diverse razze umane sparse sulla superficie terrestre; le costanti peculiarità che distinguono il Negro, il Mongolo e l'Indo-europeo, sarebbero così ereditate dalle diverse razze prodotte tra i progenitori dell'umanità sotto le diverse condizioni telluriche, dalle quali quegli uomini primitivi erano allora fisicamente influenzati; in un certo modo i monogenisti ed i poligenisti sarebbero posti d'accordo, e l'antichità relativa di certe razze etniche (comprovata da monumenti egizi ed assiri) spiegata.

Del resto bisogna guardarci bene dal prendere ed applicare in modo troppo assoluto l'ipotesi sopra enunziata sull'origine delle razze umane, e specialmente sulla influenza delle condizioni telluriche sul corpo umano. Tali problemi scientifici hanno ancora molti punti oscuri e misteriosi. È certo che razze divergenti come la negra e l'indo-europea non sembrano ora in via di formazione, ma qual è l'antropologo che oserebbe asserire che cosa sieno per divenire le odierne varietà prodotte in America dagli emigranti europei e specialmente quella che può dirsi *anglo-americana*? Vi sono poi popoli i quali, sebbene abitanti regioni temperate, con clima perfettamente simile a quello di luoghi ove i loro consimili raggiunsero un alto sviluppo psichico, e fondarono potenti civiltà, non progrediscono psichicamente al di sopra dello stato da noi detto selvaggio, o scompariscono, vinti nella lotta da emigranti di una razza superiore, nata però nelle stesse circostanze telluriche.

In conclusione, anche ammettendo la variabilità dell'essere che prima di noi occupava il più alto gradino della scala animale, possiamo indurre che esso non si estese molto al di là dei limiti presentati attualmente dalle razze più divergenti, e come queste, zoologicamente, non sarebbero abbastanza diverse per dirsi specie, è logica la ipotesi che anche i progenitori dell'uomo fossero di una sola specie.

Classificazione.

Dobbiamo ora dare un rapido cenno delle diverse razze umane, attualmente sparse sulla terra, e qui il còmpito nostro è irto di difficoltà. Anche coi numerosi materiali raccolti dai molti viaggiatori, da un secolo a questa parte, è quasi impossibile rispondere categoricamente alle semplici domande: Quali e quante sono le razze umane? Quali sono i caratteri che possono servire a distinguerle? Che cosa s'intende, veramente, per una razza? Le difficoltà aumentano a misura che crescono le nostre cognizioni intorno ai diversi popoli antichi o moderni e forse questa è la più valida prova che una sola specie del genere *Homo*, abita la terra. Quanto abbiamo detto è poi confermato dal fatto palese che le prime classificazioni proposte erano (con cognizioni meno estese sul soggetto) assai più definite delle ultime. Diffatti, la divisione in cinque razze umane stabilite dai primi etnologi sul colore della cute, cioè la nera (Africa), la bruna (Oceania), la gialla (Asia), la rossa (America), e la bianca (Europa), era, se non altro, commendevole per la sua semplicità, ma ben tosto gli studiosi dovettero convincersi che era lungi dal rappresentare il vero stato delle cose. Allora sorsero un buon numero di classificazioni diverse, che noi non

possiamo qui neppur citare per nome, e meno ancora esaminare criticamente; faremo delle principali una rapidissima rassegna prima di esporre le idee che ci siamo formate sopra un così interessante argomento.

Come tutte le classificazioni, quelle proposte per le varietà dell'uomo peccarono sin qui, ora da un lato ora da un altro, di esclusivismo. In quasi ogni caso l'autore diede soverchia importanza a qualche carattere isolato, oppure a caratteri insufficienti per costituire vere diagnosi differenziali, come la forma del cranio, il colore della cute, la struttura dei capelli, il carattere del linguaggio, ecc. Le numerose eccezioni che sempre si scoprirono, a causa più che altro dei tanti casi di ibridismo fra razze diverse, fecero sì che tutte le classificazioni proposte non raggiunsero che in modo incompleto lo scopo voluto. Due sono le categorie che raggruppano tali classificazioni: l'anatomica o morfologica, e la filologica. A queste si potrebbe aggiungere una terza categoria di classificazioni miste, forse le migliori.

In riguardo alle classificazioni etniche appartenenti alla prima categoria, diremo che ben sovente nei diversi membri di ciò che si considera una razza distinta, il colore della cute, le struttura dei capelli e la forma del cranio, variano non solo, ma assumono i caratteri creduti speciali ad un'altra razza. Prendiamo ad esempio un Negro tipico ed un Europeo tipico, il primo ha pelle quasi nera, capelli corti e lanuti, naso schiacciato, labbra grosse, fronte sfuggente, cranio dolicocefalo, faccia prognata; il secondo ha la pelle bianca e rosea, capelli lunghi e lisci, naso profilato, labbra sottili, fronte verticale, cranio nè dolicocefalo nè brachicefalo, faccia ortognata. Eppure abbiamo popoli europei sempre dolicocefali, con individui spesso prognati, dal naso schiacciato, a capelli crespi (quasi lanuti), labbra grosse; ed altre genti, non europee, ma da tutti gli antropologi unite ad essi, come certi popoli dell'Indostan, nelle quali la cute è ancora più scura che non nel Negro il più nero. Tra popoli negroidi troviamo talvolta la pelle di un brunogiallo e il cranio addirittura brachicefalo; non è dunque facile sistemare i vari rappresentanti dell'umanità, basandosi sui loro caratteri morfologici.

Le classazioni etniche a base filologica hanno poi sorgenti di errore forse anco più numerosi, perchè non è raro il caso di popoli che abbiano adottata la lingua di altri invasori o conquistatori. Forse il modo migliore di sbrogliare una tale matassa sarebbe di fare molta analisi, e poca sintesi, di non cercare a ridurre troppo il numero delle cosiddette razze, prima di aver materiali sufficienti per conoscere a fondo i caratteri e la storia di ciascuna di esse, e soprattutto di essere, per ora, molto cauti nell'usare di comode migrazioni; giacchè è probabile che molte di queste furono invocate senza alcun fondamento.

Noi crediamo che l'uomo fu sempre un essere sommamente migratore, ma per determinare con qualche probabilità di non sbagliare le sue migrazioni, abbiamo bisogno, nel più dei casi, di raccogliere ancora molti materiali e di fare molti altri studi.

Linneo ammetteva varie specie del genere *Homo*, e trascurando quelle che erano basate sopra false notizie, possiamo citare le quattro fondamentali: *Homo albus*, *H. luridus*, *H. rufus* ed *H. niger*; queste credute specie umane servirono di base alla famosa classificazione del Blumenbach. Esso ammetteva cinque razze, la *Caucasiana* (bianca), *Mongolica* (gialla), *Malese* (bruna), *Americana* (rossa) ed *Etiopica* (nera). Cuvier, sempre sulle medesime basi, ridusse il numero a tre, accettando soltanto la prima, seconda e quinta. Varianti sullo stesso tono, furono le classazioni di Buffon, Lacepède, Duméril, Kant, Hunter, Virey, Jacquinot e tanti altri. Bory de Saint-Vincent giunse a frazionare le citate razze in 15 specie; Desmoulins ne propose 16; Morton divise l'uomo in 22 famiglie; Luke Burke propose 63 razze, di cui 28 sarebbero varietà intellettuali, 35 razze fisiche; Nott e Gliddon sembrano inclinati a patrocinare la classificazione di Jacquinot, nella quale le varie razze sono ripartite abbastanza ingegnosamente sotto tre capi principali: *Caucasiana*, *Mongolica* e *Negra*; ma Agassiz nel saggio zoo-etnogeografico che serve di introduzione alla loro opera: (*Types of Mankind*), adotta una classificazione etnica, che può dirsi prettamente geografica, dividendo la umana famiglia nelle razze: *Artica* (iperborea), *Europea* (bianca), *Asiatica* (mongola), *Americana* (americana), *Africana* (Nubiani, Abissini, Tulah, Negri, Ottentotti, Boschimanni), *Malaiana* (Telinga, Malesi, Negritos), *Australiana* (Papuani, Australiani), *Polinesiana* (Polinesici).

Metzan, e recentemente A. Murray, divisero l'uomo in due razze: la *bianca* e la *nera*.

Blumenbach, malgrado i molti errori in cui cadde, nè era il minore quello di considerare le razze inferiori siccome derivate dalle superiori, per degenerazione, fu senza dubbio il fondatore vero dell'antropologia. Egli ammetteva cinque razze principali, ma non negava che ve ne fossero altre, sebbene meno marcate. Inoltre, nel tracciarne la diagnosi, cercò di riunire un numero di caratteri distintivi in ogni singolo caso, dando primaria importanza alla forma del cranio.

La divisione delle razze umane, adottata dal celebre Prichard nella sua opera classica, è troppo disordinata per essere qui citata. Egli, dando grande importanza alla glossologia, fece un quadro assai confuso del genere umano; quadro che può servire soltanto a dimostrarci quanto sieno diverse le varietà della specie umana.

Il Geoffroy Saint-Hilaire volle sintetizzare, e ridusse le razze principali a quattro tipi, che distingue nel modo seguente:

1° *Tipo caucasico*, ortognato.
2° *Tipo mongolico*, eurignato;
3° *Tipo etiopico*, prognato;
4° *Tipo ottentotto*, eurignato e prognato.

Egli li denomina i quattro punti cardinali dell'antropologia, ammettendo in conseguenza altri quarti intermediarii nel suo quadrante etnico. Infatti colloca intorno a quelle quattro razze principali otto altre nell'ordine seguente:

Caucasica, *Alleganiana* (americana superiore), *Iperborea* (Lapponi, Samojedi ?), *Malese*, *Americana*.

Mongolica, *Parabotea* (Groenlandesi, Esquimesi), *Australiana*, *Cafra*.

Etiopica, *Melaniana*, *Ottentotta*.

Pickering, il quale potè fare molte osservazioni nel suo lungo viaggio intorno al globo colla spedizione di Wilkes, venne condotto a dividere il genere umano in 11 razze, senza però escludere la possibilità di altre.

Il professore Mantegazza ha scritto essere impossibile nello stato attuale della scienza il fare una classificazione delle razze umane, ma doversi preferire in ogni caso i caratteri intellettuali ai fisici e la disposizione in albero a quella in serie, come egli stesso ha tentato di fare in una lettera diretta al prof. Giglioli e pubblicata come prefazione al viaggio della *Magenta* intorno al globo.

Alla nostra volta ci tocca ora di proporre una classazione etnica, per rendere più facili le ricerche del viaggiatore, confessando però di farlo con quella titubanza ben naturale, dopo quanto dicemmo delle classificazioni proposte dai nostri antecessori.

Abbiamo creduto di poter unire le razze principali dell'uman genere in quattro gruppi più o meno equivalenti, e di disporle nel modo seguente.

a) — *Australoidi.*

Cranio dolicocefalo. Prognatismo eccessivo. Pelle bruno-nerastra. Naso non depresso, ma con pinne eccessivamente larghe. Labbra grosse. Bocca enorme. Capelli ondati. Peli e barba abbondanti. Statura normale. Arti esili. Stato sociale e psichico bassissimo.

1° *Razza Australiana.* — Divisa in piccole tribù, erranti e viventi alla ventura, parlanti dialetti diversi. Essa è sparsa su tutto il continente australiano. Inventarono il *bumerang* e hanno per compagno un cane, il Dingo. Non si conosce per ora fuori della Nuova

Olanda un popolo a questo affine, meno forse alcune popolazioni selvaggie dell'India meridionale e centrale.

b) — *Negroidi.*

Cranio dolicocefalo o brachicefalo. Prognatismo eccessivo o nullo. Naso piccolo, pinne larghe. Labbra grosse. Pelle quasi sempre bruno-nerastra. Capelli lanuti, a glomeruli, o a peneri o almeno crespi. Barba e peli scarsi. Stato sociale e psichico, nel più dei casi, basso.

2° *Razza Tasmaniana.* — Cranio dolicocefalo. Prognatismo eccessivo. Naso e bocca come negli Australiani. Pelle bruno-nerastra. Capelli lanuti o a peneri. Peli e barba piuttosto scarsi. Statura normale. Arti esili. Stato sociale e psichico bassissimo. Abitavano esclusivamente la Tasmania, ove furono in questi ultimi anni sterminati. Avevano grandi affinità cogli Australiani, e forse prima di questi popolarono anche la vicina Australia, ma non ebbero nè il *bumerang*, nè il cane. Divisi in molte piccole tribù, parlanti dialetti diversi, vivevano alla ventura.

3° *Razza Negrita.* — Cranio brachicefalo. Prognatismo nullo od appena accennato. Naso piccolo. Labbra grosse, ma non molto. Pelle bruno-nerastra (nei Boschimanni giallo-olivacea con guancie rosee). Capelli a glomeruli distanti. Peli e barba scarsi. Statura bassa. Stato sociale e psichico bassissimo. Questa razza può essere divisa geograficamente ed etnicamente in tre rami:

I. *L'africano*, sparso in mezzo a popolazioni negre e caffre dal Capo di Buona Speranza all'Equatore include i *Boschimanni* e forse gli *Akka*; gli *Ottentotti* sarebbero un prodotto ibrido dei primi coi veri Negri;

II. *L'asiatico*, rappresentato dai *Mincopai* nelle isole Andaman e Nicobar, dai *Samang* nella penisola Malaiana, dagli *Eta* nelle isole Filippine; forse vi sono traccie di essi nell'Indostan meridionale (*Vedda* di Ceilan) nell'Indo-cina ed a Borneo;

III. *L'australiano.* — Ancora ipotetico, che esisterebbe, al dire di alcuni viaggiatori, nella Nuova Guinea ed in alcune isole della Melanesia.

Tutte le popolazioni negrite sono frazionate in piccole tribù, che, nel più dei casi, anche sulla medesima isola, parlano dialetti distinti. Vivono tutti alla ventura. Posseggono armi ingegnose spesso avvelenate, non sempre il cane.

4° *Razza Negra.* — Cranio dolicocefalo. Prognatismo eccessivo. Naso depresso con pinne allargate. Labbra grosse. Pelle bruno-nerastra. Capelli lanuti. Peli e barba scarsi. Statura spesso alta. Arti robusti. Stato sociale e psichico basso.

I rappresentanti di questa razza, sebbene siano stati trasportati altrove, e specialmente in America, sono tutti indigeni dell'Africa, ove formano la popolazione principale. Il loro stato sociale varia, ma hanno alcune industrie, conoscono e sanno utilizzare il ferro, vivono in villaggi e coltivano piante commestibili. Posseggono, oltre il cane, altri animali domestici: il bue, la capra, la pecora, le numide. Sarebbe assai difficile il dare una lista esatta dei popoli che appartengono a questa schiatta; sono molti, ed hanno usi e costumi e linguaggio assai diversi; in genere sono agricoltori o pastori, di rado esclusivamente cacciatori. Alcuni sono islamiti, ma il feticismo è la forma più comune della loro religione. Citeremo i *Giur*, *Scilluk*, *Dinka* e *Niam-niam* dell'alta regione niliaca; i *Iolof*, *Mandingo*, *Grebo*, *Mina*, *Avekivom*, *Ashanti*, *Fanti*, *Efik*, *Yebu*, *Timanis*, *Susu*, *Krus*, *Ibo*, *Bunda* (o *Congo*), *Fan*, *Mpongwé*, *Bashingie*, ecc., della costa occidentale ed estesi più o meno verso l'interno; i *Vakamba*, *Wakarima*, *Mukamango*, *Wabonga*, *Balonda*, e molti altri della costa orientale estesi all'interno.

5° *Razza Caffra*. — Cranio dolicocefalo. Prognatismo poco marcato. Capelli lanuti. Peli e barba scarsi. Hanno i tratti generali del Negro, ma sono di tipo fisico e psichico più alto, il colore della pelle è spesso assai chiaro. Formano grandi e potenti tribù, più o meno nomadi e son dediti, quasi esclusivamente alla pastorizia, ma d'indole guerresca. Sono sparsi nell'Africa australe, occupando pure parte della costa orientale. Le principali tribù sono i *Zulu*, *Bechuana*, *Fingo*, *Kaffir*, *Damara* ed *Ovampo*. È dubbioso se i Caffri debbano davvero separarsi dai Negri per farne una razza diversa ed equivalente; forse ad essi vanno riuniti i *Mombuttu* ed altre popolazioni recentemente visitate nell'Africa centrale;

6ª *Razza Abissinica*. — Questa razza sembra essere indubitatamente di origine ibrida, proveniente da un miscuglio di sangue arabo e negro, ed infatti i suoi tratti sono misti. Il cranio sarebbe dolicocefalo, ma il prognatismo spesso manca affatto e le labbra possono essere poco tumide, il naso è spesso profilato. I capelli sono crespi e lunghi. La statura è alta. Vari rappresentanti di questa razza raggiunsero un certo grado di civiltà, togliendo da un lato dalla civiltà cristiana, dall'altro da quella islamitica. Sono pastori od agricoltori, e sempre assai bellicosi. Il nome che abbiamo adottato è però forse male scelto, giacchè sebbene uno dei rami principali di questa razza abiti gli altipiani dell'Abissinia (*Bogos*, *Habesh*, *Galla*), altri sarebbero più a ponente; così i Nubiani o *Bêdja* vi vanno inclusi, e forse i *Fellatâh* del Senegal, i *Somàli* del sud, e una porzione degli abitanti del Madagascar. Il colore della pelle è talvolta chiaro come in certi Europei, altre volte scuro quanto nei Negri;

7. *Razza Papuana.* — Cranio dolicocefalo. Prognatismo più o meno marcato. Naso profilato ed alto, oppure depresso ed allargato, mai però al grado che si vede nei Negri. Labbra grosse. Pelle bruna o bruno-nerastra. Capelli di tipo singolare; sono abbondantissimi e crescono naturalmente in tanti ciuffetti spirali, i quali, allungandosi, formano altrettanti riccioli stretti, duri e pendenti che ponno dirsi « peneri ». Barba non molto fornita. Pelo sul corpo abbondante. Stato sociale e psichico basso. Alcune tribù sedentarie abitano villaggi e coltivano qualche pianta; per animali domestici avrebbero il porco, il cane e i polli; altre sono erranti e vivono alla ventura. I Papua abitano la Nuova Guinea, le isole Aru, le Luisiadi, le Salomone, Birara e Tombara, le Nuove Ebridi, la Nuova Caledonia, e le Viti. Ad occidente vennero a contatto coi Malesi e si formarono le popolazioni *Arfuro*, di Timur e delle Molucche; ad oriente vennero a contatto coi Polinesiani, e ciò specialmente nelle isole Viti; al sud giunsero sulle coste della Nuova Olanda, ove avrebbero dato origine pure ad una popolazione mista (gli *Orang-mereghi*) unendosi cogli Australiani.

8. *Razza Polinesica.* — Cranio dolicocefalo. Poco o punto prognatismo. Naso quasi sempre profilato. Labbra carnose o strette. Capelli ondati, ricciuti o leggermente crespi. Peli e barba generalmente abbondanti. Pelle bruna, ma sovente di un bruno molto chiaro. Statura alta negli uomini, talvolta gigantesca. Stato psichico e sociale basso, più però per indolenza dovuta alla facilità della vita che per altra ragione. Gli Hawaiani ed i Maori ce ne danno un esempio. Questa razza, sparsa sulle innumerevoli isole che stanno tra l'Australia e l'America, le isole Sandwich e la Nuova Zelanda, parla dialetti di una sola lingua che possiede parole malesi. Essa è forse una razza ibrida. Wallace crede che possa avere il suo stipite tra i Papuani; certo che meno nel colore e nella capigliatura v'è una notevole somiglianza tra alcuni Papua (i *Mafor* di Dorei) ed i Polinesiani tipici, somiglianza che, oltre essere visibile nelle fattezze, si fa notare nel carattere e nei costumi. È per questa ragione che abbiamo posto i Polinesiani tra i negroidi; alcuni etnologi protesteranno contro tanto ardire, eppure non esiterebbero a collocare i Caffri e gli Abissini presso i Negri. Per mezzo degli indigeni della Micronesia ed i Giapponesi, il tipo polinesico si ricollega al mongoloide.

c) — *Mongoloidi.*

Cranio brachicefalo. Prognatismo (specialmente dentale) spesso assai marcato; ma ciò che è più caratteristico è l'eccessiva larghezza della faccia, per l'altezza e la prominenza degli zigomi, onde queste razze sono eminentemente eurignate. Naso piccolo e corto. Bocca larga.

Occhi piccoli più o meno obliqui. Capelli sempre lisci o tesi, lunghi anche nel maschio. Peli e barba scarsi. Pelle bruna, talvolta di un bianco cereo o giallastra, raramente rosea. Stato sociale e psichico in alcuni casi alto, avendo dato origine a civiltà di un genere affatto speciale e diverse dalla nostra;

9. *Razza Iperborea.* — Avrebbero in modo assai marcato i tratti più bassi del gruppo. Sono piccoli, spesso quasi pigmei; vivono di caccia o di pesca, non hanno agricoltura, ma posseggono due animali domestici, la renna ed il cane. Alcuni hanno pelle bruna; generalmente i capelli sono neri, ma possono essere biondi (Lapponi). Nel fisico e nel morale mostrano evidentemente gli effetti degli stenti continui coi quali lottano, inerenti al clima rigido dei paesi che abitano. Sono, come indica il loro nome, sparsi nelle regioni iperboree, circumpolari. Sarebbero divisi in vari popoli, i quali differiscono nel linguaggio e nei tratti minori; i principali sono: gli *Eschimesi*, i *Tungusi*, i *Yakuti*, i *Chukci*, i *Samoiedi* ed i *Lapponi*.

10. *Razza Americana.* — Con qualche incertezza noi riuniamo sotto una comune denominazione, tutti i popoli che dal territorio degli Eschimesi nell'estremo nord si estendono sopra tutte le due Americhe sino alla Terra del Fuoco, e che sono a torto riuniti sotto il nome di *Pelli-rosse*. Nel cranio, nei capelli e peli, nello stato sociale e psichico, presentano, con una certa uniformità, il tipo dei mongoloidi. Nel colore variano assai, presentando innumerevoli tinte di bruno e bruno-rossiccio. Hanno assai spesso un naso ben poco mongolico, essendo grosso ed aquilino. La bocca è piccola, le labbra strette. Nella statura variano molto; così due notevoli tribù, che vivono a contatto, i *Tehuelches* (o Patagoni) ed i *Fuegani:* i primi raggiungono spesso quasi i due metri in altezza, i secondi di rado superano 1 metro 50. Sono ora quasi tutti nomadi, viventi di caccia e di altri prodotti spontanei; feroci e guerreschi; qualche tribù è però ancora agricola; hanno per animali domestici il cane e la lama. Seppero in epoca passata innalzarsi a notevole civiltà, per opera degli *Aztechi, Toltechi*, ed *Inca* del Messico dell'Yucatan, e del Perù. Ora vanno come i Polinesici scomparendo rapidamente innanzi agli Europei invadenti. Le tribù di indigeni americani sono tuttavia numerose e parlano lingue diverse;

11. *Razza Malese.* — Composta di popoli che sembrano aver centro nell'isola di Sumatra, d'onde si sarebbero estesi alle grandi isole dell'Arcipelago indiano; sino alle Molucche a levante, a Malacca, all'Indocina e sino alle Filippine e Formosa a settentrione; dicesi ve ne siano traccie anche al Madagascar. Hanno pelle bruna, scura o chiara. Occhi poco obliqui. Statura bassa. Il loro stato sociale e psichico presenta un'estesa scala di variabilità; molte tribù o popoli sono tuttora meri

selvaggi, paragonabili ai Negriti, altri invece raggiunsero, come i *Malesi*, i *Giavanesi*, i *Bughis* ed i *Tagali*, una notevole civiltà. Prodotti ibridi tra questa razza e la seguente sono forse i Burmesi, Siamesi ed Anamiti. Oltre i rami civilizzati che vennero citati, possiamo nominare tra i barbari i *Daiacchi* e *Kaian* di Borneo, i *Giakun* di Malacca, i *Kwei-jing* di Formosa;

12. *Razza Mongola.* — Questa presenta in modo esagerato i caratteri mongoloidi, specialmente nell'obliquità degli occhi e l'eurignatismo della faccia. I popoli inclusi sotto questa denominazione sono quasi tutti asiatici, e variano nel colore dal bruno al bianco. Parlano favelle molto diverse; sono in gradi ben diversi di sviluppo psichico, ma seppero fondare le grandi civiltà asiatiche, che minacciarono un tempo di soffocare quelle dell'occidente. Consideriamo rappresentanti tipici di codesta razza i *Manchu* e veri *Mongoli*, i *Tibetani*, i *Kalmuchi*, i *Cinesi*; forme più aberranti i *Giapponesi*, i *Kirghisi*, i *Finni*.

d) — *Caucasoidi.*

Cranio usualmente nè dolicocefalo, nè brachicefalo. Profilo usualmente ortognato, ma può essere prognato ed anche eurignato. I capelli sono generalmente lisci od ondulati, possono essere crespi, ma non sono mai lanuti. La barba ed i peli sarebbero generalmente abbondanti, ma non sempre lo sono. Il naso varia enormemente, ma è usualmente alto e profilato. Le labbra non sono grosse e prominenti. La statura media è piuttosto alta. Stato psichico e sociale sempre alto, meno negli *Aino*, spesso altissimo. Le razze di questo gruppo sono davvero le più difficili a studiarsi, ed è quasi impossibile il darne una concisa descrizione. Il colore della pelle dal bianco-roseo passa attraverso tutte le gradazioni di bruno quasi al nero assoluto in alcuni dei rappresentanti di queste razze. La loro area geografica è estesa e minaccia di diventare mondiale, a detrimento di tutti gli altri popoli. Più propriamente appartengono all'Asia occidentale, l'Affrica settentrionale e l'Europa;

13. *Razza Aino.* — Parrà strano il voler dare tanta importanza ad un popolo poco numeroso, in istato psichico piuttosto basso e che è ristretto a Yeso, a parte di Sagalien ad alcune delle Kurili, incastrato in mezzo a popolazioni mongoloidi, colle quali contrasta singolarmente pei suoi tratti fisici, certamente europei. Dicesi che gli *Aino* fossero i famosi *Yebisu* aborigeni del Nippon, da dove furono scacciati dai Giapponesi, ma sappiamo ben poco intorno ad essi, e non faremo che constatare il loro isolamento. Sarebbero gli *Aino* specialmente celebri per essere il popolo più peloso del mondo, tanto che fu perfino detto che le donne abbiano spesso i baffi. Vivono di pesca e di caccia;

14. *Razza Dravidiana.* — Divisa in più popoli, sparsi ora nel-

l'India meridionale; Huxley credè scorgere affinità tra essi e gli Australiani, fatto che non sembra improbabile ad uno di noi il quale, nel caso di conferma, non sarebbe alieno dal collocare gli Australiani come il più basso gradino delle razze Caucasoidi od Arianoidi. Hanno fattezze europee, pelle quasi nera o di un bruno scuro. Peli e barba abbondanti. Presentano vari ed interessanti stadii di civiltà; alcune tribù sono affatto barbare. I *Telinga*, che sono i più alti, furono, non sapremmo perchè, considerati turanici o mongoloidi. I *Toda* ed i *Khond* sarebbero tra i popoli più singolari di questa razza, così pure i *Singalesi* di Ceilan;

15. *Razza Indo-europea* e *Semitica*. — Sono i più alti tra i Caucasoidi; per mezzo degli Hindù propriamente detti essi sarebbero connessi ai Dravidiani; sarebbe difficile tracciare la linea di demarcazione. I *Siro-arabi* o *Semiti* furono, crediamo su sole basi filologiche, separati dagli *Ariani* o Indo-europei. Ma quante gradazioni dal bruno Bengalese al biondo Scandinavo, dal grosso e corpulento Germano al piccolo e sottile Arabo! Dal Beduino di Damasco al colto abitante di una delle grandi capitali europee!!

PARTE SECONDA.

OSSERVAZIONI DA ESEGUIRSI.

Noi riuniremo le varie osservazioni che proponiamo sotto i seguenti titoli: 1° Misure; 2° Indicazioni morfologiche; 3° Osservazioni fisiologiche; 4° Osservazioni psicologiche; 5° Collezioni.

I.

Misure.

Noi seguiremo nel metodo di prendere le misure, le istruzioni pubblicate dalla Società antropologica di Francia, sotto il titolo di *Instructions générales pour les recherches anthropologiques*, e comincieremo col descrivere qualche strumento destinato all'uopo:

Il *filo a piombo* sarebbe uno strumento molto comodo per la sua semplicità, ma raramente può servire alla misura del corpo umano, perchè le curve sulle quali prenderebbe appoggio lo devierebbero dalla verticale. A graduare il filo stesso non è neppur da pensare, perchè la trazione del peso altererebbe il valore delle divisioni. Bisogna dun-

que riportare le misure sul metro, ed allora tant'è misurare direttamente con questo istrumento.

Il *metro a nastro* con due decimetri divisi in millimetri è indispensabile, e può esser benissimo di quelli ordinari, purchè ne sia verificata l'esattezza e sia cambiato quando, per effetto della trazione a cui va soggetto nell'adoprarlo, le divisioni non siano più esatte. Nè anche questo però basta, perchè molte volte tra i due punti, dei quali si cerca la distanza, sono delle curve che impediscono al nastro di prendere la sua direzione rettilinea. Ci vuol dunque un metro rigido e articolato al tempo istesso, ma poichè le misure da prendere oltrepassano spesso la lunghezza di un metro, così è meglio servirsi *del doppio metro articolato a molle* (1), che per mezzo di mollette, poste a ciascuna articolazione, diventa rigido. Anche questo deve avere da una medesima parte gli ultimi due decimetri divisi in millimetri ed una maglietta per poterlo sospendere in un piano verticale. Questo è il migliore strumento per le misure rettilinee, ma le solite curve, impedendo di porlo in contatto coi punti di partenza delle misure, occorre una squadra che possa raggiungerli, e che dia al tempo stesso la loro distanza dal piano verticale posteriore al quale il metro è appeso. Questa squadra descritta sotto il nome di *grande squadra* (2) è di legno grosso un centimetro, ed ha un lato verticale di 15 centimetri ed uno orizzontale di 25. Questo lato è graduato a partire dal vertice dell'angolo retto.

Prima di passare alla misurazione è bene fissare certi punti di partenza delle misure, e perciò è necessario porre l'uomo da misurare alla posizione militare, colle braccia pendenti lungo i fianchi e le mani stese ed applicate colla palma sulla coscia.

Il vertice è il punto culminante della testa, e la sua altezza dal suolo dà la statura dell'individuo; per ottenerla si appoggia l'uomo ad un piano verticale, nella posizione indicata e si appende al piano il metro a molla, in modo che con una estremità tocchi terra. Per dare alla testa una posizione costante, e per utilizzare meglio il tempo, bisogna procedere con questo metodo:

1° Trovare il *punto sopraorbitario* o *Ofrion*, cioè il mezzo della linea sopraorbitaria che si conduce tangenzialmente alla curva che fanno in alto le arcate sopracciliari. Questa linea divide il cranio dalla faccia nella regione anteriore, ed il suo punto mediano o punto sopraorbitario è uno dei vertici del triangolo facciale. È bene segnare questa linea sulla fronte con un lapis a matita rossa e turchina, usando questa o quella secondo il colore della pelle;

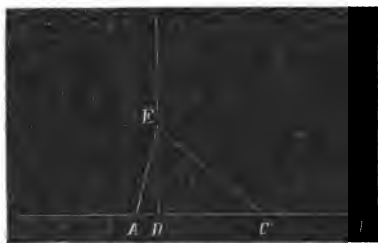
(1) Vedi *Catalogue des instruments anthropologiques* de L. Mathieu. — Paris, Carrefour de l'Odéon, 16.

(2) Vedi luogo citato.

2° Trovare la *proiezione totale della testa*. Questa è la linea perpendicolare al piano verticale posteriore e che passa per il *punto auricolare* e per il *punto sottonasale*. Il punto auricolare corrisponde al foro auricolare, ossia all'orlo cartilaginoso del trago che limita in avanti il condotto auricolare esterno. Il punto sottonasale è il vertice dell'angolo rientrante, formato dal setto nasale col labbro superiore. Per trovare questa linea si appoggia la squadra al piano verticale, e si fa scorrere su questo piano, finchè la sua branca orizzontale non passi per il punto auricolare; si fa allora tener la testa in modo che anche il punto sottonasale si trovi in quella linea, e si legge sul metro l'*altezza auricolare* o l'altezza del punto auricolare dal suolo, e sulla branca orizzontale della squadra la *proiezione craniense posteriore*, o distanza del punto auricolare dal piano verticale posteriore; e la *proiezione totale della testa*, o distanza del punto sottonasale dallo stesso piano;

3° Trovare la *proiezione totale del cranio*. Raccomandando al soggetto di star fermo, si porterà la squadra all'altezza del punto sopraorbitario che si troverà, facilmente avendo avuto cura di segnare la linea sopraorbitaria sulla fronte. Il metro darà l'*altezza sopraorbitaria* e la squadra la proiezione totale del cranio, o distanza del punto sopraorbitario dal piano verticale posteriore;

4° Trovare la *statura*. Si appoggia la squadra al piano verticale sopra la testa e si fa scendere, finchè colla branca orizzontale non tocchi la testa, avendo cura di scansare i capelli se sono molti ed intricati. L'altezza del corpo sarà data dal metro.

Queste misure sono molto importanti non solo per il loro valore assoluto, ma perchè ci danno il mezzo di trovarne altre con una operazione aritmetica o con una costruzione geometrica. La differenza fra la statura e l'altezza auricolare dà il solo *diametro verticale del cranio* che si possa prendere sul vivo. La differenza fra l'altezza sopraorbitaria e l'altezza auricolare dà la distanza del punto sopraorbitario dalla proiezione totale della faccia, che è un elemento necessario di una costruzione geometrica importante.

Si conduca infatti una linea *AB* uguale alla proiezione totale della testa, e si prenda *B C* uguale alla proiezione posteriore del cranio. *C* sarà la posizione del punto auricolare, *A* quella del punto sottonasale. Si prenda *BD* uguale alla proiezione craniense totale, *D* sarà la proiezione del punto sopraorbitario. Innalziamo dal punto *D* una perpendicolare, e prendiamo

in questa perpendicolare una lunghezza DE uguale alla differenza fra l'altezza sopraorbitaria e l'altezza auricolare. Il punto E è il punto sopraorbitario. Conduciamo allora le linee AE ed EC, avremo una figura nella quale AB sarà la proiezione totale della testa, CB la proiezione craniense posteriore, CD la proiezione craniense anteriore, DB la proiezione totale del cranio, DA la proiezione facciale, AE la linea facciale, AEC il triangolo facciale, EAC l'angolo facciale. Gli elementi del triangolo facciale si possono ottenere più direttamente col goniometro di Broca, strumento semplicissimo, economico e di facile uso (1). La faccia sporgente in avanti, o come suol dirsi, *prognata* somiglia al muso degli animali, e perciò fu considerata come un carattere di razza inferiore. Le razze superiori sono invece *ortognate*, hanno cioè la faccia più verticale sotto la fronte.

Nella figura che abbiamo dato, il prognatismo è indicato dalla inclinazione della linea facciale AE, dalla lunghezza della proiezione facciale AD o dalla misura dell'angolo facciale EAD. Quest'ultima è la primitiva misura del prognatismo proposta da Camper. Anche il rapporto tra la proiezione anteriore e posteriore del cranio ha un'importanza. Si sa infatti che l'organo dell'intelligenza è il cervello, e specialmente i suoi lobi anteriori, dunque è probabile che le razze e gli uomini più colti abbiano la parte anteriore del cranio più sviluppata per rapporto alla posteriore. Molte misure concordano con questa veduta scientifica. Gli uomini dediti alle opere manuali, e i popoli più bassi hanno la parte posteriore del cranio generalmente più grande in rapporto all'anteriore di quello che non si trovi nelle razze più civili e negli uomini dediti ai lavori intellettuali.

Se con la solita squadra posta sul vertice della testa, come per misurare la statura, prendiamo dal piano verticale una lunghezza uguale alla proiezione craniense posteriore, avremo sul vertice un punto che può chiamarsi *punto bregmatico*, il quale si trova in un piano che passa per i punti auricolari ed è normale alla proiezione totale della testa. Se si fa passare un nastro per i punti auricolari e per il punto bregmatico otterremo la *curva biauricolare*, la quale ci permetterà di proseguire gli studi sullo sviluppo della parte anteriore o posteriore del cranio per mezzo della *curva fronto-occipitale* e della *circonferenza orizzontale*.

L'uomo stesso, sottoposto alla misurazione, può incaricarsi di tenere il nastro fisso nella sua posizione. Si prende allora il metro a nastro, e partendo dal punto sopraorbitario si segue il profilo della parte superiore della testa fino alla parte posteriore, a quella protuberanza

(1) Vedi luogo citato.

cioè che si trova là ove il cranio si aggiunge col collo, e che gli anatomici chiamano protuberanza occipitale esterna. Si legge sul metro la lunghezza totale e quella della parte anteriore, cioè della parte compresa tra il punto sopraorbitario e la curva biauricolare. Per differenza si ottiene la parte posteriore.

La circonferenza orizzontale fa tutto il giro della testa. Anteriormente coincide colla linea sopraorbitaria, posteriormente passa per la parte più sporgente dell'occipite, lateralmente passa sopra i punti auricolari più o meno alta, secondo che la sporgenza maggiore dell'occipite è più o meno alta: se ne misura la lunghezza totale, e la parte anteriore, cioè la lunghezza dell'arco che rimane avanti alla curva biauricolare, e si ottiene per differenza la curva posteriore.

Volendo far bene il confronto di queste misure si cerca che cosa diverrebbero le parti anteriori e posteriori della curva occipito-frontale e della circonferenza orizzontale, facendo uguale a cento la curva e la circonferenza; si vede allora di quanto una parte del cranio predomina sull'altra, e se questo predominio è maggiore in un piano verticale o in uno orizzontale.

Si abbiano, per esempio, le seguenti misure:

Curva occipito-frontale.	Mill.	381,40
Parte posteriore.	»	253,80
Parte anteriore	»	127,60
Circonferenza orizzontale.	»	527,83
Parte posteriore.	»	275,33
Parte anteriore	»	252,50

da questo si deduce:

Curva occipito-frontale	»	100 »
Parte posteriore.	»	66,54
Parte anteriore	»	33,46
Circonferenza orizzontale.	»	100 »
Parte posteriore.	»	52,16
Parte anteriore	»	47,84
Prevalenza della parte posteriore sulla anteriore, in un piano verticale .	»	33,08
Prevalenza della parte posteriore sulla anteriore, in un piano orizzontale	»	4,32

Da ciò si deduce che nel caso dato la parte posteriore del cranio predomina sull'anteriore più per lo sviluppo in un piano verticale che per lo sviluppo in un piano orizzontale.

Un'altra misura importante del cranio è quella dei diametri. Ab-

biamo già veduto che non possiamo prendere un vero diametro verticale sul vivo. Possiamo però prendere due altri diametri importanti, l'antero-posteriore massimo e il trasversale massimo. Ciò può farsi col compasso di grossezza o col quadro a massima (1).

Col compasso di grossezza si punta una delle sue branche sul punto sapraorbitario e si va a cercare la massima apertura di compasso, sfiorando coll'altra branca la regione superiore e posteriore della testa. Poi si cerca la massima apertura di compasso nel senso trasversale della testa, tentando qua e là, ma specialmente nella regione temporale o più in alto, giacchè il diametro trasversale non ha posizione fissa.

Il quadro a massima ci libera da questi tentativi. È una cornice quadrata di legno con due lati opposti divisi in centimetri e millimetri. Una traversa, pure di legno, colle sue due estremità si muove a scorsoio su questi lati graduati, e perciò parallelamente agli altri due non graduati. Fissando uno di questi lungo la linea sopraorbitaria si tira indietro la traversa quanto è necessario, perchè la testa passi di dentro la cornice e i lati graduati danno immediatamente il diametro antero-posteriore massimo. Collo stesso metodo si ottiene il diametro trasversale massimo, se non che per quest'ultimo, tanto che si usi il metodo del compasso come quello del quadro a massima, è necessario fare attenzione che le due punte del compasso o i due lati del quadro sieno in uno stesso piano orizzontale.

Si abbia per esempio:

Diametro antero-posteriore	Mill.	185
Diametro traversale	»	160

Si può cercare quale sarebbe il diametro trasversale se l'antero-posteriore fosse uguale a 100 e si otterrebbe così l'*indice cefalico*, uguale a 87. Questo indice, rappresentando il rapporto tra la lunghezza e la larghezza, ci indica se il cranio è corto o lungo. Si sono chiamati *brachicefali* i popoli a cranio corto e *dolicocefali* quelli a cranio lungo. Si chiamano dolicocefali quelli che hanno al più un indice rappresentato da 72, e brachicefali quelli che hanno almeno un indice cefalico di 80. Gli intermedi furono detti *mesocefali*, ma queste denominazioni non hanno una grande importanza; quello che conta è l'indice di per se stesso.

Passando dal cranio alla faccia, quello che più importa è di far risaltare il rapporto fra la lunghezza e la larghezza, e la figura del contorno. Perciò bisogna prendere le seguenti misure col compasso di grossezza.

(1) Vedi luogo citato.

La *linea sopraorbitaria*, che ha i suoi estremi in corrispondenza delle creste frontali che limitano lateralmente la regione anteriore della fronte e che si sentono facilmente col dito, come uno spigolo ricurvo che dall'orlo delle sopracciglia risale verso le tempie.

Distanza zigomatica, è la maggiore distanza tra gli zigomi.

Distanza degli angoli della mandibola, è la distanza degli angoli della mascella inferiore.

Lunghezza della mandibola, è la distanza degli angoli suddetti dal mezzo dell'orlo inferiore della mascella inferiore. Queste distanze danno un'idea del contorno della faccia: se, per esempio, la linea sopraorbitaria e la distanza degli angoli della mandibola sono corte rispettivamente alla distanza zigomatica, si avrà una faccia romboidale o a zigomi sporgenti, carattere che fu attribuito alle razze mongoliche, che perciò furono dette *eurignate* per distinguerle dalle *prognate* e dalle *ortògnate*. Se anche la distanza degli angoli della mandibola è grande, rispettivamente alla linea sopraorbitaria, si ha una faccia poligonale, la quale diventa anche più notevole nel caso che il mento invece di essere acuto sia quadrato. A queste misure deve aggiungersi la lunghezza totale della faccia dal punto sopraorbitario all'estremità del mento.

Prese queste misure della testa, possiamo passare alla descrizione delle altre misure del corpo umano. Perciò, posto l'uomo nella solita posizione militare, appoggiato ad un piano verticale, si deve col metro e colla squadra misurare:

L'*altezza acromiatica* o distanza del *punto acromiatico* dal suolo. Questo punto corrisponde all'estremità dell'apofisi acromiatica della scapola che si articola colla clavicola, e insieme con questa ricopre immediatamente la testa dell'omero. Un poco di esercizio fatto sulle persone magre e l'aiuto del dito fa trovare questo punto con facilità. Esso può considerarsi come il punto di partenza del braccio.

L'*altezza epicondilea*. — L'epicondilo è una tuberosità che si trova all'esterno ed all'estremo inferiore dell'omero. Nella posizione indicata è in fuori ed in avanti. Nei magri è visibile, ma in ogni caso si può trovare col dito, facendo fare al soggetto qualche movimento e tenendo sempre il dito sopra, anche quando il braccio è tornato alla sua posizione. La differenza tra l'altezza acromiatica e l'epicondilea dà la *lunghezza del braccio*.

L'*altezza stiloidea*. — L'apofisi stiloide del radio si trova all'estremità inferiore dell'avambraccio dal lato esterno, cioè dalla parte del pollice. La differenza fra l'altezza epicondilea e la stiloidea dà la *lunghezza dell'avambraccio*.

Altezza digitale media. — Chiameremo così l'altezza dell'estremità

del dito medio. La differenza tra l'altezza stiloidea e la digitale dà la *lunghezza della mano*.

Altezza iliaca è la distanza dal suolo della *spina iliaca antero-superiore*, che rappresenta il meglio possibile il punto di partenza della coscia. Un solco obliquo dal di dentro al di fuori e dal basso all'alto separa la coscia dal ventre. Seguendo col dito questo solco si giunge alla sua cima esterna, ad una eminenza ossea che va segnata come il punto ricercato.

L'*altezza tibiale* è la distanza dal suolo della *linea articolare del ginocchio*. Palpando dal lato esterno il ginocchio, si trova facilmente la testa del peroneo; da questa, risalendo dall'alto al basso, si scorre sul condilo esterno della tibia, e dopo poco si sente una piccola depressione fra due resistenze ossee. Quello è il punto di partenza della gamba. La differenza fra l'altezza iliaca e l'altezza tibiale dà la *lunghezza della coscia*.

L'*altezza malleolare* o distanza dal suolo del malleolo interno, detto comunemente *noce del piede*, è il termine della tibia, e, direttamente, dà l'altezza del piede; per differenza dalla precedente dà la lunghezza della gamba.

Nel piede si può misurare:

La *lunghezza totale* fra l'estremità del dito più lungo e l'estremità del calcagno. La perpendicolare abbassata dal punto malleolare divide la lunghezza totale del piede in due parti: *lunghezza premalleolare* e *lunghezza postmalleolare*, delle quali basta misurare una sola, ottenendosi l'altra per differenza.

L'*altezza massima della volta del piede* è l'altezza dal suolo della pianta del piede, e benchè non si possa misurare con esattezza è importante a conoscersi, perchè dà un'idea del grado di curvatura della volta del piede.

L'*altezza perineale* si otterrà col metro e la squadra appoggiata al muro come nelle altre misure, facendo porre l'uomo a cavallo sulla squadra bene accostata al perineo. Invece di questa misura, che non sarà sempre facile ad ottenere, specialmente nelle donne, può prendersi:

L'*altezza totale del tronco e della testa*, facendo sedere l'uomo in terra colla schiena e la testa appoggiate al piano verticale, e procedendo come per la misura della statura.

Facendo girare l'uomo di profilo, si può fare scorrere la squadra fino a che non sia giunta colla branca orizzontale al livello dell'ombilico e poi al livello del pube, ossia alla prima parte ossea che s'incontra col dito scendendo verticalmente dall'ombilico. Si ha così l'*altezza ombilicale* e l'*altezza pubica*; la differenza fra la prima e la seconda dà la distanza dall'ombilico al pube.

Queste misure hanno molta importanza, perchè si sono trovate nelle proporzioni relative delle membra nelle diverse razze, delle differenze che possono servire a rischiarare la questione delle analogie fra l'uomo e la scimmia. Ma le osservazioni sono ancora troppo poche, e sarebbe desiderabile di poter confermare per altre razze inferiori quelle induzioni che sono state fatte dallo studio del Negro comparato all'Europeo. Le estremità superiori sono nell'uomo più corte che nelle scimmie, le inferiori più lunghe, quindi avviene che l'orango può, in posizione verticale, toccar colla mano il collo del piede, il cimpanzè la metà della gamba, il gorilla il ginocchio, l'uomo la metà della coscia, ma il Negro può giungere più vicino al ginocchio dell'Europeo. La maggior lunghezza delle sue membra superiori è dovuta ad un maggiore sviluppo dell'avambraccio e della mano. Il braccio è sempre più lungo dell'avambraccio, ma in proporzione l'avambraccio guadagna nel Negro. La mano del Negro è assolutamente più lunga di quella del Bianco, benchè il primo sia di statura un poco più piccola del secondo. Anche per le estremità posteriori, la gamba e il piede sono in proporzione della coscia più lunghe nel Negro che nel Bianco, e questo ravvicinamento del tipo Negro allo scimmiesco è più notevole nella donna che nell'uomo. Il piede del Negro è piatto, ha il tallone largo e sporgente molto indietro. Il tronco è più piccolo relativamente all'estremità; l'ombilico è più vicino alla sinfisi del pube. Questi caratteri, che sogliono attribuirsi ai Negri, potranno essere confermati dalle misure proposte, o contraddetti, od estesi ad altre razze.

Quanto alle dimensioni in larghezza, ci contenteremo di indicare la *larghezza del petto*, che si misura sotto le ascelle, introducendovi la squadra da ambe le parti, e segnando nel piano verticale la posizione del vertice della squadra per misurare poi la distanza tra la posizione di destra e quella di sinistra.

La *larghezza massima del bacino*, che si misura collo stesso metodo, prendendo per punto di partenza le due creste iliache, che sono l'orlo osseo che forma il rilievo dell'anca.

La *circonferenza del petto* si prende col metro a nastro immediatamente sotto l'ascella.

La *circonferenza della vita* si prende alla cintura.

Fra queste misure giova richiamare l'attenzione su quella del torace, perchè si è talvolta voluto trovare una relazione tra il suo sviluppo e le condizioni di vita del popolo osservato. Alcuni popoli dell'America del sud i Quicciua specialmente, che abitano gli altipiani delle Ande, si distinguono per uno sviluppo straordinario in larghezza ed in lunghezza del loro torace; il che è stato attribuito all'aria rarefatta di quelle alte regioni, ed al bisogno di aspirarne un maggior vo-

lume per assorbire la necessaria quantità d'ossigeno. Ma a questa supposizione si è opposto un fatto simile osservato in tutt'altre condizioni. Si sono trovati, cioè, popoli aventi lo stesso sviluppo toracico nelle basse pianure della Siberia.

Riepilogando: chi volesse soltanto raccogliere il materiale scientifico per altri, non per farne uno studio proprio, potrebbe riempire la tabella seguente:

Luogo dell'asservazione
Longitudine latitudine
Altitudine
Nome del soggetto
Nato a età sesso
Nazione o tribù razza
Altezza auricolare
Proiezione totale della testa
Proiezione posteriore del cranio
Altezza sopraorbitaria
Proiezione totale del cranio
Statura
Curva biauricolare
Curva fronto-occipitale totale
» » anteriore
Circonferenza orizzontale totale
» » anteriore
Diametro antero-posteriore del cranio
Diametro trasversale del cranio
Linea sopraorbitaria
Distanza zigomatica
Distanza degli angoli della mandibola
Lunghezza della mandibola
Lunghezza totale della faccia
Altezza acromiatica
Altezza epicondilea
Altezza stiloidea
Altezza digital-media
Altezza iliaca
Altezza tibiale
Altezza malleolare
Lunghezza totale del piede
Lunghezza premalleolare
Altezza della volta del piede

Altezza perineale
Altezza totale del tronco e della testa
Altezza ombilicale
Altezza pubica
Larghezza del petto
Larghezza massima del bacino
Circonferenza del petto
Cintura

II.

Indicazioni morfologiche.

Non tutto ciò che si osserva si può sottoporre a misura, o esprimere con cifre. Allora bisogna notarlo subito sul luogo, e non scriverlo a memoria e a tempo avanzato, perchè molte cose si confondono e si sfigurano nella nostra mente, senza che noi ce ne accorgiamo.

La pelle, i capelli, i tratti della fisonomia, sono le cose che più feriscono lo sguardo dell'osservatore.

Il colore della pelle fu grossolanamente distinto in bianco, nero, giallo, cupreo. Sebbene sembri una cosa molto semplice l'esprimere il colore della pelle, tuttavia i viaggiatori non si trovano spesso d'accordo, ed esprimono con parole assai diverse il colore della pelle di un popolo; tanto che la Commissione della Società antropologica di Francia, incaricata di dettare delle istruzioni per lo studio dell'antropologia, pensò di rappresentare in un quadro con alcune tavole colorate e numerate, i varii colori della pelle, dei capelli e dell'iride dell'occhio, acciocchè ogni viaggiatore, con queste tavole alla mano, potesse indicare i colori presentati dagli individui che osserva, coi numeri delle tavole colorate corrispondenti. Ma la difficoltà di imitar bene i colori di queste parti, è molto grande, risultando il colore, non da una causa unica, ma da più unite insieme, qnale la lucentezza dovuta alla riflessione o talvolta anche, nell'occhio per esempio, all'azione combinata della riflessione superficiale e della rifrazione e riflessione nell'interno delle parti trasparenti. Di più la imitazione in colori, non è sempre perfettamente identica nelle diverse copie delle medesime tavole, e così i campioni non identici, possono dare origine a dei giudizi diversi.

Non volendo o non potendo adottare questo metodo non v'è altro che l'osservatore, colle tinte, cerchi di imitare meglio che può il colore degli esseri che osserva.

La causa della colorazione diversa del pigmento della pelle, del-

l'iride o dei capelli non è ben nota, e l'azione del clima non sembra sufficiente a spiegarla, bisogna dunque, in questo genere di osservazioni, tener conto di tutto. Le diverse parti del corpo non sono sempre ugualmente colorate; talvolta quelle che restano coperte dalle vesti sono più chiare, altre volte sono più colorate. La palma della mano, e la pianta del piede sono spesso più chiare. Il pigmento colora talvolta anche le mucose in chiazze brune o paonazze, come si vede spesso nella lingua dei Negri. Il colore non è nemmeno il medesimo nei varii individui, e quanto a ciò è bene notare: se i neonati hanno lo stesso colore degli adulti; se le donne hanno lo stesso colore degli uomini, e, finalmente, quando si vedano delle differenze di colore alla medesima età e nel medesimo sesso, bisogna notare se queste corrispondano a differenze di ceto, o all'essere la popolazione un misto di razze diverse, come ci può essere rivelato o dalla lingua o dai costumi o dalle tradizioni. Anche i capelli possono variare nel loro colore, e nel medesimo individuo: è bene osservare il colore di quelli che non sono superficiali, e che spesso sono più chiari. È inutile il rammentare che la barba, le sopracciglia e il pelo in genere, possono avere dei colori diversi dai capelli.

Finalmente in molte razze si notano i casi di albinismo, ossia di individui privi o quasi privi di pigmento nel pelo, nella pelle e nell'iride; su questo sarà utile qualunque genere d'informazione.

Nei capelli dovrà notarsi se sono radi o folti, rigidi o docili, stesi, ondati, inanellati, ricciuti o crespi.

I capelli *stesi* (*cheveux lisses*), o come sogliono chiamarsi, benchè meno propriamente, *lisci*, non hanno bisogno di essere definiti.

I capelli *ondati* (*cheveux ondées*), descrivono delle curve ampie e assai regolari.

Il capelli *inanellati* (*cheveux bouclés*), si avvolgono formando degli anelli, generalmente incompleti e ben visibili.

I capelli *ricciuti* (*cheveux frisés*), formano degli anelli più piccoli, più fitti e più finiti.

I capelli *crespi* o *lanosi* (*cheveux laineux*), differiscono dai ricciuti per due caratteri; fanno degli anelli anche più piccoli, e si intricano coi più vicini, facendo dei ciuffetti distinti, tali da rammentare la lana.

I capelli in *glomeruli* (*cheveux à graines de poivre*), sono il massimo d'increspatura; i ciuffetti sono più strettamente avvolti, sicchè la capigliatura è formata da tanti piccoli gomitoli, staccati gli uni dagli altri.

I capelli *a peneri* (*cheveux en tête de vadrouille*) (1), sono grossi,

(1) Chiamano *vadrouille* i francesi un lungo manico ad una delle cui estre-

stopposi, lunghi e descrivono in tutta la loro lunghezza una stretta elica, formando tutt'insieme un'enorme parrucca arruffata.

I capelli in glomeruli sono caratteristici dei Negriti, degli Ottentotti e delle razze affini. I capelli a peneri sono dei Papuani.

Il modo d'inserzione dei capelli intorno alla fronte è talvolta notevole. Il Geoffroy Saint Hilaire, nella sua classificazione delle razze umane, considera come propria degli Ottentotti, la inserzione *circolare*, cioè la disposizione dei capelli sulla fronte in arco di cerchio, colle due estremità davanti agli occhi.

Deve anche notarsi la quantità del pelo nel resto del corpo. Alcuni popoli sono pochissimo pelosi, come i Negri e i Mongoli, altri come gli Ainos di Yeso e di Sagalien, sono coperti di lunghi ciuffi di pelo.

In tutte queste osservazioni bisogna guardarsi da alcune cause comuni di errore. Molti popoli hanno la consuetudine di tingersi la pelle o i capelli, o di pelarsi il mento e le altre parti naturalmente pelose.

Passiamo ora all'esame dei tratti della fisonomia.

La sporgenza delle arcate sopracciliari, la forma, la grandezza e la posizione degli occhi. La grandezza e la forma del naso. La grandezza della bocca e soprattutto la grossezza delle labbra e il rovesciamento in fuori della loro mucosa, la sporgenza del mento, le dimensioni degli orecchi, e la direzione delle loro aperture sono importanti a conoscere. Alcune razze infatti, come i Cinesi, e i Giapponesi, hanno l'*occhio obliquo*, ossia l'apertura delle palpebre ascendente dall'interno all'esterno della faccia. Il naso è ora lungo e volto colle nari in basso, ora corto e volto colle nari in avanti, ora colla radice alta, ora rincagnato, ora colle narici lunghe e strette, o aperte a guisa di un otto disteso (∞).

Le labbra sporgenti e rovesciate in fuori, non sono sempre accompagnate da una bocca larga, e la bocca larga può anche avere le labbra sottili.

L'orecchio piccolo, staccato, carnoso dei Negri, contrasta con quello sottile, grande e largo dei Tartari e dei Calmucchi.

A queste osservazioni possono aggiungersene altre sulle parti molli del rimanente del corpo. La pendenza del ventre, la pendenza delle mammelle, la sottigliezza delle braccia, e più spesso delle gambe, il poco o il molto sviluppo delle natiche, sono talvolta caratteri di razza,

mità sono legati degli stracci attorcigliati e che serve a pulire i pavimenti di legno, come le *radazze* sui bastimenti. Noi troviamo più esatta la espressione capelli a peneri, come dice il Beccari in una delle sue lettere dalla Nuova Guinea.

ma bisogna però non disgiungere mai tali osservazioni dalle ricerche sulle condizioni tutte di vita in quel popolo, acciocchè non si prendano per caratteri di razza, quelli che non sono altro che caratteri di miseria e di fame.

Gli organi genitali non sembra che presentino differenze notevoli nelle diverse razze, eccetto forse qualche piccolo cambiamento di direzione, o qualche più appariscente differenza di dimensione, nel giudicare delle quali deve guardarsi bene all'effetto delle alterazioni artificiali, come la circoncisione dei maschi, e nelle femmine la trazione delle piccole labbra della vulva, l'infibulazione, la deviazione delle mammelle per mezzo di strette fasciature. La forma, lo sviluppo e la posizione delle mammelle varia assai nei diversi popoli; furono distinte le mammelle in *emisferiche, pendenti* o *piriformi*, fu notato che alcuna volta sono affatto pettorali, più basse o più alte, altre volte un poco ascellari, ma queste osservazioni dovranno farsi sopra donne non alterate dai molti allattamenti.

III.

Osservazioni fisiologiche.

Stazione e *locomozione*. — Esse variano leggermente da una razza ad un'altra. Spesso un popolo selvaggio ha un modo caratteristico di sedere in terra, ora colle gambe incrociate e ravvicinate al corpo, ora colla punta dei piedi piegata e puntata sul suolo e le natiche sui talloni. Il modo di camminare è ancora più importante a studiare. Si osserverà se portano o no il tronco piegato in avanti, se tengono le gambe leggermente piegate, se volgono la punta dei piedi in dentro, appoggiando il peso del corpo, piuttosto sugli orli esterni del piede; se avendo la faccia prognata, tengono lo sguardo piuttosto volto verso la terra, che diretto orizzontalmente innanzi a sè.

Il modo di nuotare e di rampicare sarà diligentemente osservato, e specialmente nel caso che si tratti di popoli rampicatori, dovrà guardarsi attentamente il piede, e notare se il pollice è più staccato dalle altre dita, e se ha dei movimenti indipendenti, simili a quelli della mano.

Finezza dei sensi. — Sembra essere straordinaria nei popoli selvaggi, forse per l'esercizio continuo a cui sono obbligati per difendersi, e per procurarsi l'alimento. Si vuole che alcuni popoli selvaggi seguano la selvaggina sentendo la passata, come i cani da caccia. Si raccontano prodigi della vista e dell'udito di altri popoli. Sembra finalmente che la miopia sia rara tra i selvaggi.

Circolazione, respirazione, calore. — Distinguendo gl'individui secondo l'età, il sesso, e prendendoli tutti nelle stesse condizioni, cioè a digiuno e in riposo, si conteranno il numero delle pulsazioni e delle ispirazioni, e si determinerà la temperatura sotto la lingua col termometro fisiologico, con tutte quelle precauzioni che la fisica insegna, rammentandosi soprattutto di adoperare un termometro fisiologico costruito da molti mesi, e di notare contemporaneamente la temperatura dell'ambiente, all'ombra, e l'altitudine.

Forza muscolare. — Molti si figurano che i popoli selvaggi sieno più sani e più forti di noi, ma il più delle volte non è così; la ricerca dunque della forza muscolare è importante. Essa deve farsi col dinamometro. La forza di trazione orizzontale è quella che dà un'idea più esatta della forza generale del corpo, e può facilmente misurarsi col dinamometro di Mathieu, che può adoprarsi facilmente a misurare anche il peso del corpo umano, a meno di un chilogrammo d'errore (1).

Generazione. — La fecondità, l'eccitabilità erotica del maschio e della femmina, la facilità e la posizione del partorire, le pratiche ostetriche, ma soprattutto l'epoca della pubertà, debbono essere studiate. Sembra che la precocità di sviluppo cresca coll'inalzamento della temperatura, è dunque importante il raccogliere dei dati esatti sull'età alla quale avviene.

La comparsa e la scomparsa delle mestruazioni è importantissima anche per altre questioni che non si riferiscono alla precocità dello sviluppo, ma alla teoria della fecondazione. Bisogna informarsi se le mestruazioni sono cruente o no, se le donne con mestruazioni incruente, o prive di mestruazione, benchè adulte o giovani, sono feconde. Se i maschi avvicinano le donne nel tempo delle mestruazioni, o se le considerano come immonde.

IV.

Osservazioni psicologiche.

Se nella prima parte di queste nostre istruzioni abbiamo fatto un sunto di quelle più ampie date dalla Società antropologica di Parigi, modificando di poco il modo di prendere alcune misure, e omettendone altre; in questa seconda parte abbiamo il piacere di poter citare un lavoro italiano, le *Istruzioni per lo studio della psicologia comparata*, pubblicate dalla Società d'antropologia e d'etnologia di Firenze, e che

(1) Vedi luogo citato.

furono dal dottor Carlo Letourneau presentate nell'adunanza del 20 aprile, in nome della Commissione composta dai signori:

Professore Paolo Mantegazza;
Professore Enrico Giglioli;
Dottor Carlo Letourneau.

Questo lavoro, che potrà essere consultato da tutti i viaggiatori con profitto, non dà che una lunga serie di domande debitamente classificate. Qui crediamo più utile esporre le idee generali che, secondo la nostra opinione, debbono servir di guida a queste ricerche e fanno comprendere il perchè di tante domande a cui il viaggiatore dovrebbe rispondere.

Le facoltà psichiche negli animali sono schiave della vita vegetativa, ausiliari al soddisfacimento dei bisogni del nutrirsi e del riprodursi, cioè del conservare l'individuo o la specie. L'uomo, nei suoi primi gradi di svolgimento intellettuale, impiega le sue facoltà ai medesimi fini, s'ingegna di meglio riparare ai bisogni più urgenti, e solo con un grado molto più elevato di civiltà le funzioni di relazione divengono fine a se stesse. Allora l'uomo sente per sentire e s'inalza fino al più alto concetto del bello; intende per intendere e aspira al vero pel solo desiderio di sapere. Le sue facoltà intellettuali di schiave si fanno padrone ed egli si nutre e si riproduce per conservare sè e la specie al culto dell'arte, della morale e della scienza.

Non è dunque a meravigliare se in ogni civiltà troviamo le industrie, il commercio, le arti, le legislazioni, le religioni e ultima la scienza.

Industrie e commercio. — Le prime industrie sono, conformemente ai principii sovraesposti, quelle che si riferiscono ai primi bisogni, e che si potrebbero chiamare *industrie necessarie*. Queste, corrispondendo a bisogni urgenti, sono simili in tutti i popoli, e simili anche a quelle degli animali, cosicchè hanno sempre qualcosa d'istintivo.

Prima di tutte è l'industria di procurarsi il cibo, e la sua prima forma è la caccia o la pesca.

Non v'ha popolo che in quest'industria si trovi allo stato animale, cioè che non abbia altri mezzi di impadronirsi della preda, che quelli che la natura gli ha direttamente concesso. È dunque importante il notare di quanto si allontanino in questo dall'animalità, col descrivere e raccogliere gli strumenti che adoperano, col prendere cognizione esatta degli artifizi che usano per cacciare o pescare, delle sostanze che più ricercano, delle materie vegetali che aggiungono al vitto animale, delle bevande che usano, poichè una delle prime industrie umane è quella di aggiungere all'acqua qualche bevanda artificiale più o meno eccitante. Di più, non v'ha popolo che non sottoponga il cibo ad alcun

genere di preparazione. Il mangiar tutto assolutamente crudo, sembra impossibile; tutti i popoli fanno arrostire le carni o le radici di cui si cibano. Meno comune sembra l'uso di farle bollire, forse perchè ciò richiede l'arte di fabbricar vasi in terra cotta. Fra le varie maniere di alimentarsi merita di essere menzionata l'antropofagia. Il cibarsi di carne umana è un uso ristretto ora a non molti popoli, ed è necessario il sapere, se è una dura necessità, o un gusto particolare, o un'idea religiosa, o un supposto diritto di guerra che ve li conduce.

Il fuoco, almeno come mezzo di preparare l'alimento, può mettersi fra le industrie necessarie, poichè non si conoscono popoli che non sappiano procurarselo, sebbene ciò sia stato detto di alcune tribù di Australiani. È da notare su questo soggetto con che artifizio fanno il fuoco e se per la difficoltà di questa operazione lo conservano continuamente acceso, destinando a quest'ufficio o donne od uomini.

Alle industrie che riguardano l'alimentazione si ravvicinano spesso quelle che servono alla difesa, poichè l'uomo il più delle volte si difende, come gli animali, coi mezzi stessi coi quali si procura la preda. Tuttavia non è raro il caso che un popolo, anche selvaggio, abbia delle armi da guerra diverse da quelle da caccia, specialmente se più che cacciatore è pescatore.

Oltre le armi di difesa attiva, ossia di offesa, vi sono quelle di difesa passiva, come scudi, corazze, elmi, fortificazioni di case e di villaggi. Tutto questo merita di essere osservato con grande acume, distinguendo bene ciò che serve a difendere dagli animali, da ciò che serve a difendere dagli uomini, ciò che serve soltanto di legittima difesa e ciò che serve come sfogo di crudele vendetta.

La forma delle armi rivela spesso l'indole del popolo che le maneggia, ve ne sono alcune insidiose come le frecce avvelenate, altre crudeli per le ferite profonde e strazianti che fanno, come i pugnali armati di denti di squalo, altre più cavalleresche ed eroiche come le lance e le clave, altre spettacolose, che sembrerebbero piuttosto destinate ad un giuoco di destrezza da arena, come le *bolas* dei Patagoni e degli Indios della Pampa.

Dalla difesa dall'uomo e dagli animali, passiamo a quella dalle intemperie, cioè al vestiario e alle abitazioni.

La *veste* non è sempre una difesa dalle intemperie, talvolta è dovuta al pudore, spesso alla vanità, e in ambedue i casi esce dai confini delle industrie necessarie.

L'abitazione non è solo una difesa personale, non ha cioè il solo fine di conservare l'individuo, ma anche quello di conservare la specie.

L'industria delle costruzioni è molto varia nei diversi popoli, e deve essere osservato se sono vere costruzioni o naturali ricoveri; se

sono fisse o mobili, con quali materiali sono costruite, in quali luoghi sono impiantate, se sono case isolate o villaggi; quali utensili contengono e come son fatti.

A questo primo stadio di civiltà, fa seguito un altro, nel quale l'uomo provvede meglio ai propri bisogni passando dallo stato di puro cacciatore a quello di pastore. Bisogna dunque guardare se a quelle primitive industrie, si aggiunge l'altra dell'allevamento di un qualche animale.

Il cane, come ausiliario alla caccia, è allo stato domestico presso quasi tutti i popoli. In un più alto grado di civiltà, si allevano gli animali che possono dare lana, latte, carne, cuoio o forza e permettere all'uomo di lasciare, almeno in parte, la vita del cacciatore, per una più quieta, più contemplativa, più intellettuale dell' altra che è fondata tutta sulla rapina.

Nè la caccia, nè la pastorizia pura, permettono all'uomo di lasciare la vita nomade. L'agricoltura, soltanto, lo affeziona alla terra ed alla casa, aggiungendo così nel suo svolgimento intellettuale, il concetto della patria. Si osservi dunque, se un popolo è agricoltore; quali sono le piante coltivate ed a quale uso; quali metodi, quali istrumenti adopri.

Coll'idea della proprietà e col rispetto reciproco di essa, si sostituisce alla prepotenza il diritto, alla rapina il cambio, e così si procede per gradi nella via del commercio fino all'istituzione della moneta. Questi cambi dovranno essere bene studiati per conoscere se le merci passano di mano in mano e di tribù in tribù, restando stazionari i popoli che le producono, oppure se danno origine a viaggi regolari o irregolari; il che condurrà l'osservatore a studiare i vari mezzi di comunicazione e di trasporto.

In tale stato di cose è impossibile che non apparisca un rudimento di legislazione, la quale probabilmente comincierà dall'essere una consuetudine che col tempo dovrà trasformarsi in legge. Il viaggiatore dovrà dunque osservare se la legge o la consuetudine regolano le relazioni commerciali ed industriali, i diritti, cioè, e i doveri dei compratori e dei venditori, e se la guerra o il tribunale siano i mezzi di risolvere le questioni che vi si riferiscono.

Lo stato di benessere accresciuto, il movimento intellettuale attivato producono nuovi bisogni e danno origine alle *industrie di lusso*.

L'arte più primitiva è quella di adornare il corpo. Qui si presenta una questione importante. L'amore degli ornamenti è più grande nell'uomo o nella donna? A chi è avvezzo a vivere in Europa parrà inutile questa domanda, sembrando indiscutibile che l'amore per gli ornamenti sia molto più grande nelle donne. Ma tra i popoli selvaggi l'uomo

è per il solito più ornato della donna, la quale non è ancora donna, ma femmina, e tanto più ornato quanto più è potente e famoso specialmente per imprese guerresche. Del resto anche nella nostra società si vede che l'amore per gli ornamenti accompagna le virtù militari e contribuisce a conservar loro una particolare preferenza del sesso debole. Ora tali fatti verrebbero ad avvalorare i risultati di certi confronti fra i costumi degli uomini e degli animali

Molti fatti, che qui sarebbe fuor di luogo il citare, dimostrano che l'uomo nelle facoltà affettive ha più grandi relazioni cogli uccelli che coi mammiferi, e che la famiglia e gli amori dei primi sono spesso una graziosa miniatura dei nostri. Ora negli animali, e negli uccelli specialmente, vediamo che il lusso degli ornamenti è una prerogativa dei maschi in amore che con quello attizzano il fuoco già destato nelle loro femmine col vincere alla prova i loro rivali nel canto e nelle battaglie, o si fanno perdonare la prepotenza colla quale le hanno conquistate e la tirannia con la quale se le mantengono. A combattere o ad avvalorare queste nostre idee, il viaggiatore dovrà notare tutto ciò che riguarda il lusso delle vesti, l'amore degli oggetti preziosi, l'uso di buccole agli orecchi ed al naso, le armille alle braccia e al collo del piede, e così di seguito.

Dovrà anche studiarsi l'uso degli ornamenti o delle vesti come distintivo del sesso, dell'età, della condizione e finalmente come causa di alterazione dei tratti naturali.

Molti popoli, specialmente d'America, hanno avuto ed hanno ancora l'uso di deformarsi la testa con pressioni e fasciature applicate durante l'infanzia; moltissimi popoli si strappano, all'età della pubertà, alcuni denti, o li limano per renderli acuminati; altri fanno sporgere il labbro inferiore in avanti con oggetti che lo traversano, altri stendono il lobulo dell'orecchio col peso di ampie anella metalliche, alcuni stroppiano il piede delle loro donne, e tutti, o quasi tutti, acconciano in qualche modo particolare i capelli e tingono o imbellettano la faccia.

Bisogna notare se queste alterazioni dei tratti naturali hanno una qualche relazione col tipo fisico del popolo che ne fa uso, se cioè con quegli artifizi tendano a esagerare un carattere naturale che secondo il loro senso estetico sia fattore della loro bellezza. Il tatuaggio poi deve considerarsi secondo l'età, il sesso e la condizione, poichè sembra che, alcuni segni del tatuaggio facciano l'ufficio dei nostri blasoni e delle nostre firme.

V.

Bisogni morali.

Sotto questo titolo raccoglieremo tutto ciò che ha riguardo agli affetti e alla legislazione che vi si riferisce. Gli affetti hanno qualcosa dell'istintivo e dell'intellettivo, o, per dir meglio, dell'incosciente e del cosciente al tempo medesimo, perciò hanno anche essi il loro fondamento nella vita animale.

Il confronto degli affetti dell'uomo e degli animali sembra portare a questo principio che *un affetto è tanto più vivo nella specie umana quanto più è generale nel regno animale.*

L'affetto materno, l'affetto paterno, l'amor filiale, l'amor fraterno sono successivamente meno generali nel regno animale e meno vivi nell'uomo. Essi costituiscono la famiglia, la quale negli animali non si discioglie, finchè i figli non sono in grado di potere da sè medesimi provvedere alla propria esistenza e riprodurre la propria specie; allora nei figli incomincia l'amore erotico, che porta alla dissoluzione della vecchia famiglia per una nuova. Questo è il massimo di perfezione della famiglia animale; ma nell'uomo lo stato di civiltà, creando nuovi bisogni superiori a quelli del nutrirsi e del riprodursi, la protezione dei genitori diventa per più lungo tempo necessaria pei figli; i figli, per più lungo tempo vincolati ai genitori, sentono più intensamente l'amor filiale, e quando sarebbero in grado di vivere indipendenti, i genitori troppo vecchi hanno bisogno della loro protezione, cosicchè i legami della nuova famiglia non sciolgono i legami colla vecchia, e la famiglia si mantiene di generazione in generazione, e diventa tanto più necessaria e indissolubile quanto più lo stato sociale si perfeziona. Se è vero che la buona famiglia perfeziona la società, è anche più vero che la buona società perfeziona la famiglia. Sempre fondandosi sul paragone della famiglia e della società umana, colla famiglia e la società negli animali, noi non siamo portati ad ammettere ciò che comunemente si dice, che cioè la famiglia è il rudimento dello stato sociale, perchè noi vediamo che spesso gli animali formano la società quando la famiglia si scioglie, e sciolgono la società nell'epoca degli amori: che spesso gli animali fanno delle società solidamente organizzate, fondate sulla distruzione della famiglia. Siamo dunque disposti ad ammettere che anche nell'uomo il sentimento della famiglia, e quello della società sono naturalmente distinti, benchè concomitanti, e che a vicenda si perfezionano, sicchè, arrivando ad un alto stato sociale, anche la famiglia arriva ad un alto grado

di perfezione, ma è più questa perfezionata da quella, che quella da questa.

Nello studio dei popoli selvaggi può trovarsi la conferma o la confutazione di questi principii. A noi sembra che generalmente sia in essi più sviluppato il sentimento sociale che il familiare, che spesso la tribù domini sulla famiglia, che sieno più solidamente gettate le basi delle relazioni fra sudditi e re, che fra padri e figli o fra mariti e mogli, che la monogamia, unica base solida della perfetta famiglia, non si trovi fra popoli a'quali non può negarsi il sentimento sociale e che questo sentimento, portato ad un più alto grado nei popoli civili, sforzi la famiglia ad acquistare un'organizzazione più perfetta (1).

Sulla guida di questi principii si devono studiare le manifestazioni affettive, e le legislazioni o le consuetudini che ne dipendono: l'amore, il matrimonio, la monogamia, la poligamia, la poliandria, l'amor materno, il concetto del *pater familias*, l'amor filiale e fraterno, la durata perpetua o passeggiera della famiglia, gli usi che si riferiscono all'accettazione dei giovani nelle società degli adulti, allorchè son giunti all'epoca della pubertà, il rispetto pei vecchi, e per le donne, le cerimonie matrimoniali, o funebri, e così di seguito.

Questo studio negli affetti famigliari non si deve, per quello che abbiamo esposto, disgiungere dallo studio degli affetti sociali, fra quali poniamo per primo l'amicizia che rilega tutti gli uomini fra di loro senza distinzione di famiglia, e il sentimento di disciplina che permette la divisione del lavoro nelle attribuzioni civili, collo stabilire l'ordine sulla base del rispetto reciproco.

VI.

Bisogni intellettuali.

Sotto questo nome raccogliamo tutto ciò che si riferiscc alla manifestazione delle facoltà intellettive, cioè la religione, le arti belle, la scienza. Nella religione e nelle arti belle, è vero, v'è anche compresa una parte affettiva, ma poichè gli affetti soli, senza l'aiuto della intelligenza, non potrebbero formarle, si possono comprendere anche esse nei bisogni intellettuali. Per delle ragioni che sarebbe qui inutile il

(1) Su questo punto ed altri di psicologia comparata dell'uomo e degli animali a cui qui si allude, vedi la *Rivista psicologica* di A. Zannetti, nell'*Archivio per l'Antropologia*, vol. V, p. 424, ove si riassumono gli articoli dallo stesso pubblicati nella *Nuova Antologia* (marzo-maggio-luglio 1875 e gennaiò 1876.)

discutere, noi consideriamo la religione come uno stadio necessario allo svolgimento intellettivo di un popolo, attraverso la quale egli può arrivare all'ultima fase del suo svolgimento, cioè alla scientifica. La religione è per noi come un primo tentativo di scienza, nel quale la intelligenza è trascinata e vinta dall'ammirazione e da un sacro orrore dell'ignoto, che sarà il suo eterno stimolo ad operare. Un popolo che non sapesse incominciare col formarsi una religione, non potrebbe, secondo noi, aprirsi la via alla civiltà, non potrebbe cominciare ad intendere e a spiegare, male o bene, il mistero che lo circonda. La sua intelligenza non potrebbe cominciare ad avere un'azione cosciente.

Si è detto di alcuni popoli che erano privi di religione, ma ciò non è stato confermato dalle più diligenti osservazioni fatte in seguito. Spesso gli autori non si trovano d'accordo, e la questione è risoluta diversamente, secondo il concetto che l'investigatore si forma di una religione. Infatti è cosa difficilissima l'informarsi della religione di un popolo selvaggio per mezzo di domande. Le parole necessarie mancano spesso nella loro lingua, e quindi le domande mal fatte e peggio intese danno origine ad una serie infinita di equivoci; di più è ormai dimostrato che molti popoli selvaggi pongono la più gran cura nel nascondere ai viaggiatori le loro idee ed i loro riti religiosi. Il viaggiatore per ciò che riguarda la religione, deve osservare il selvaggio come un naturalista osserva un animale di cui studia i costumi. Osservarlo quando accende il fuoco o s'avvicina al medesimo, quando compie un atto solenne della vita, quando è spettatore di un gran fenomeno naturale, quando tratta col capo della sua tribù, o col medico, quando uccide o alleva un animale, quando cerca di penetrare l'avvenire; ed in tutti questi atti indagare se fosse mai guidato da un sentimento arcano che non sa spiegare a se stesso, da un misto di rispetto e di paura, di affetto e di ammirazione; se compie un atto forse insensato, ma che pure sia un tentativo per istabilire una relazione di affetto e d'intelligenza fra sè e ciò che lo circonda. Da queste osservazioni si potranno trarre dati più chiari che dalle interrogazioni solite: se credono alla vita futura, o a una suprema felicità, o a un essere onnipossente ed invisibile, ed altre cose simili.

Lo studio delle arti belle fra i popoli selvaggi non ci sembra che abbia bisogno di lunghe spiegazioni, e il raccogliere gli oggetti, e il descrivere i monumenti, non può aver regole fisse. La musica, la lingua, la letteratura, meritano una particolare attenzione.

Nella musica, oltrechè studiare gli strumenti, è necessario notare in che la scala musicale differisca della nostra, e quale effetto faccia la nostra musica sopra altri popoli. Chi ha le cognizioni necessarie, potrà anche scrivere qualche brano di musica dei popoli che ha visitato.

Quanto alla lingua della quale parliamo qui per non separarla dalla letteratura, ripeteremo testualmente le domande fatte dalla nostra Commissione, le quali non richiedono cognizioni speciali di filologia in chi deve soddisfarle;

1° Raccogliere, distinguere e numerare più esattamente che è possibile le vocali della lingua;

2° Fare il medesimo lavoro per le consonanti. Di più classificarle e paragonarle colle nostre consonanti labiali, dentali, palatali, gutturali e nasali;

3° Raccogliere con cura l'alfabeto scritto se esiste; caratterizzarlo. È ideografico, sillabico o fonetico?

4° La lingua è formata di radicali isolati, indipendenti o invariabili, cioè a dire monossillabica?

5° Le parole sono formate coll'aggiunta di due e più radicali, di cui l'uno si deforma, e perde la sua individualità per divenire una desinenza, un attributo? In altri termini la lingua è agglutinativa?

6° Le parole sono composte di radicali perfettamente fusi insieme e che non sono più separabili? In altri termini la lingua è a flessione?

7° Notare le coniugazioni principali, le declinazioni e l'accordo dei nomi e degli attributi. Dare qualche esempio dell'impiego degli avverbi;

8° Raccogliere, notando la pronunzia il più che è possibile esattamente, alcuni testi tratti in parte dal linguaggio usuale, in parte dal linguaggio letterario e poetico, se ve n'è;

9° Notare le parole che servono a dire padre e madre;

10. Vi sono molti dialetti? Questi si formano e si deformano con grande rapidità?

11. La pronunzia è netta, rigorosa, bene articolata o molle, debole e indistinta?

12. Vi hanno parole per esprimere delle idee astratte? Se di tali parole esistono, vedere se non sarebbe possibile ricondurle a delle radici esprimenti delle idee particolari e concrete;

13. Hanno proverbi, o modi proverbiali? Raccogliere i più comunemente usati, e il loro significato.

Letteratura.

1° Sono facondi o taciturni?

2° Esistono sotto questo rapporto differenze sessuali?

3° Hanno essi una letteratura scritta?

4° Hanno una letteratura tradizionale e di qual forma?

5° Qual è il carattere generale della loro letteratura?

6° Hanno una storia scritta, o tradizionale? Pura o confusa coi miti religiosi?

7° Conservano la memoria di poeti, di profeti, di mostri, di uomini illustri di qualunque genere?

8° La loro letteratura è tutta ritmica?

La scienza, essendo, come abbiamo detto, l'ultima fase dello svolgimento intellettuale dell'uomo, non si troverà mai nei popoli selvaggi, altro che allo stato rudimentario. Fuori della razza indo-europea, sembra che non vi sia vera scienza, ma solo l'empirismo e il tecnicismo, che rappresentano sempre la scienza legata ai bisogni, non la scienza pura che non cerca soddisfazioni altro che in se medesima.

La scienza dei numeri, una delle più fondamentali, merita speciale riguardo. Si studieranno perciò i sistemi di numerazione, si vedrà se contanò a mente, o se hanno bisogno di una rappresentazione materiale della quantità, si vedrà fino a che punto hanno spinto l'analisi della quantità, cioè fino a che numero contano, se esprimono le frazioni delle unità, e con quali segni rappresentano i numeri. Si possono anche trovare delle cognizioni più o meno estese sui movimenti celesti, sulle malattie, sulle virtù medicinali delle sostanze naturali, e mille altre cose, che sarebbe inutile indicare e impossibile prevedere.

Da tutte queste osservazioni, il viaggiatore si troverà posto in grado di darci a grandi tratti un'idea dell'indole, delle attitudini, delle facoltà del popolo che avrà osservato, sostituendo così la psicologia della razza alla psicologia dell'individuo, e dando il materiale alla più estesa psicologia dell'umanità, nella quale sembra potersi stabilire questo gran principio: *L'umanità nello spazio e nel tempo, percorre le medesime fasi per le quali passa l'individuo,* principio che può essere fecondo di molte scoperte, poichè, se questo è vero, ciò che sfugge all'osservazione nell'individuo, per la sua piccolezza, sarà manifesto nella umanità, e la storia e l'antropologia diverranno i microscopii coi quali lo psicologo potrà osservare l'uomo ingrandito.

PARTE TERZA.

COLLEZIONI.

Del corpo umano si possono raccogliere più facilmente le ossa. Sarebbe molto bene, potendo, il raccogliere scheletri interi, ma quando ciò sia impossibile, si darà la preferenza al teschio. Trovandone molti, non si sceglieranno quelli che più colpiscono per qualche singolarità, ma anzi gli altri che, non avendo alcuna singolarità, rappresentano

meglio la media della razza a cui appartennero. Dopo il teschio, le parti più importanti sono il bacino e le ossa lunghe del braccio o della gamba, dalle quali si può calcolare la statura.

Se invece di scheletri, si avranno a disposizione cadaveri, sarà principal cura di raccogliere l'encefalo. Toltolo dalla scatola craniense, sarà pesato prima di essere posto nell'alcool o sottoposto a dei processi di mummificazione, che ne alterano la forma, ma conservano la disposizione delle circonvoluzioni.

La pelle si conserva facilmente nell'alcool, o facendola disseccare sopra una tavoletta sulla quale sia tenuta fissa cogli spilli.

Sui viventi non si possono raccogliere che i peli e i capelli, che saranno posti in tubetti di cristallo chiusi col sughero, come quelli adoprati da tutti i naturalisti per collezioni di piccoli oggetti.

Il disegno, l'arte del formare, e soprattutto la fotografia, verranno a compensare la difficoltà del raccogliere. L'uomo deve essere fotografato di faccia e di profilo, nella posizione che abbiamo consigliato per le misure. A questa fotografia scientifica dovrebbe aggiungersene un'altra artistica che desse l'atteggiamento naturale, il carattere quasi dell'individuo o della razza.

Per ciò che riguarda vestiari, oggetti d'ornamento, armi, attrezzi, utensili, strumenti, noi non crediamo di esagerare, dicendo che tutto è ugualmente importante, ed è a deplorarsi che non si possa raccogliere fino la casa ed i villaggi interi. Rammenteremo, per non sembrare esagerati, che l'archeologia, estendendo le sue ricerche, si è congiunta colla paleontologia; che noi abbiamo nelle nostre regioni capanne, villaggi, armi ed utensili *fossili*, che ci rivelano, che anche l'Europa fu popolata da tribù selvagge. Più volte per ispiegare il modo d'abitare di questi nostri progenitori, o l'uso che facevano di alcuni strumenti, abbiamo dovuto ricorrere allo studio di ciò che fanno anche ora i popoli della Terra del Fuoco, dell'Australia e della Nuova Guinea. Da ciò la necessità di raccogliere ogni cosa e d'informarsi del modo di fabbricare e di adoperare gli oggetti.

Gli strumenti o le armi di pietra, i vasi in terra cotta, le costruzioni su palafitte, i depositi di spazzatura, debbono soprattutto essere attentamente osservati, nell'interesse degli studi preistorici, dei quali ai nostri tempi si è tanto scritto e parlato, che noi crediamo inutile il trattenervisi.

ZOOLOGIA

DI

A. ISSEL E R. GESTRO

PARTE PRIMA.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

La scienza degli animali o zoologia è una delle più vaste e multiformi, tra quelle che hanno per oggetto i corpi naturali, e offre ai viaggiatori argomenti di studio e di ricerca numerosissimi, svariati ed attraenti.

Benchè a tutta prima questa scienza sembri ben circoscritta, pure non è cosa facile il segnarne esattamente i limiti; perciocchè si confonde quasi colla botanica, nel considerare certe categorie di esseri in cui si associano i caratteri delle piante e quelli degli animali. In tesi generale si può dir tuttavolta, che i corpi di cui si occupa la zoologia hanno comune coi vegetali i fenomeni della vita e la struttura organica, ma si distinguono da essi per la facoltà di muoversi e di sentire.

Per giungere alla completa cognizione degli animali, non bastano le nozioni fornite dalla *zoologia pura*, vale a dire quelle che hanno tratto alla forma esterna ed ai rapporti esistenti fra i vari tipi, ma son pur necessari i lumi dell'*anatomia* e della *fisiologia comparate*, rami di scibile che hanno specialmente per oggetto l'esame dell'interna struttura degli animali e lo studio delle loro funzioni vitali.

La zoologia si suddivide poi in tante parti quante sono le classi del regno animale. Chiamasi *mammalogia* il ramo che si occupa dei mammiferi, *ornitologia* la scienza degli uccelli, *erpetologia* quella dei rettili, *ittiologia* quella dei pesci, *entomologia*, *aracnologia*, *carcinologia*, *malacologia*, *elmintologia*, *zoofitologia* quelle degli insetti, degli aracnidi, dei crostacei, dei molluschi, dei vermi, degli zoofiti.

Come suddivisioni della medesima si possono pur considerare la

geografia zoologica e la *zoologia applicata;* la prima delle quali si occupa della distribuzione geografica degli animali, e la seconda delle specie direttamente o indirettamente utili all'uomo, come pure degli animali nocivi.

Sia che perlustri isole e continenti, sia che attraversi mari o laghi, il viaggiatore può cooperare ai progressi della scienza, colle proprie osservazioni o facendo raccolta di esemplari interessanti per la zoologia.

Nella pluralità dei casi non è in grado di osservare utilmente chi non sia esperto nelle investigazioni scientifiche e non si tenga al corrente dei progressi della scienza. Però conviene che il viaggiatore non naturalista si occupi più che altro di raccolte, e limiti le proprie osservazioni a quelle che valgono per così dire di commento alle collezioni formate.

Il raccogliere bene e molto è cosa più ardua di quanto comunemente si creda e richiede sagacia, destrezza e pazienza, massime quando si tratti di dar la caccia agli animali delle infime classi. Ben s'intende che il viaggiatore il quale conosce i costumi delle specie da lui cercate, si troverà in migliori condizioni per procurarsele (1).

Quanto alla conservazione degli oggetti pertinenti alla zoologia, si consegue facilmente in molti casi per mezzo di liquidi preservatori o mediante qualche semplice cautela, ma in altri è d'uopo ricorrere a preparazioni tassidermiche più o meno difficili e complicate, cui non deve accingersi chi non sia già sufficientemente esperto.

Il far buone pelli di piccoli mammiferi e di volatili, a cagion di esempio, è un'arte che non s'impara senza un lungo tirocinio pratico. Non si giunge del pari a pungere insetti per collezioni in modo soddisfacente che dopo lungo esercizio. Da queste operazioni e da altre dello stesso genere consiglieremo sempre il viaggiatore ad astenersi, quando non sia certo di riuscire perfettamente nel proprio intento.

Rechiamo in nota (2) i titoli di alcuni trattati elementari di zoo-

(1) È ottima guida per lo studio dei costumi degli animali l'opera del dottore Brehm intitolata: *La vita degli animali,* che fu tradotta in italiano dai signori Lessona e Salvadori.

(2) F. De Filippi, *Regno animale,* ed. II. con aggiunte di M. Lessona. — Milano, Treves, 1863. Prezzo lire 2 50.

P. Gervais, *Elements des sciences naturelles. Zoologie.* — Paris, 1866.

L. K. Schmarda, *Zoologie, zwei Bände.* — Wien, Braunmüller, 1871.

Peters, Carus e Gerstäcker, *Handbuch der Zoologie.* — Leipzig, 1863-75.

Kner, *Lehrbuch der Zoologie.* — Wien, 1855.

Siebold e Stannius, *Anatomie comparée.* — Paris, Roret, 1849.

Huxley, *Anatomia comparata* (trad. di E. Giglioli). — Firenze, Barbèra.

Nicholson, *A manual of zoology for the use of students.* — London, 1870, 2 vol.

Claus, *Traité de zoologie* (trad. Moquin-Tandon sur la 3e ed.) — Paris, 1878.

logia e d'anatomia comparata, che reputiamo utili per coloro cui piacesse iniziarsi ai principii di queste scienze. Il libro del professore Schmarda si raccomanda in particolar modo ai viaggiatori che intendono occuparsi degli animali marini inferiori, poichè contiene buone descrizioni e figure di numerosissimi tipi, i quali sogliono essere trascurati nello altre opere di simil genere.

A coloro che si propongono non solo di raccogliere, ma anche di osservare, non può che riuscir profittevole ed attraente la lettura dei viaggi di Darwin, Wallace, Schweinfurth, Beccari ed altri naturalisti, i cui lavori sono modelli di scientifiche investigazioni. E sarà pur loro giovevolissimo il consultare quelle opere, nelle quali, in forma succinta, si rende conto degli ultimi portati della scienza e si additano i punti dubbi e controversi e i più interessanti problemi da risolversi (1). Finalmente crediamo opportuno di segnalare agli studiosi un repertorio bibliografico che in certi casi può riuscir loro prezioso. Questo ha per titolo: *Bibliotheca zoologica* e non è altro che il catalogo di quasi tutte le pubblicazioni zoologiche comparse fra il 1846 e il 1860 compilato da Carus e Engelmann (2).

Al viaggiatore che non fosse specialmente preparato per questo oggetto, ma si proponesse tuttavolta di profittare delle proprie peregrinazioni per fare qualche raccolta zoologica, suggeriremo innanzi tutto le seguenti massime:

1° Prenda nota *esattamente* della provenienza e dell'ubicazione di ciascun oggetto raccolto;

2° Non trascuri le specie *minute* e di *umile aspetto*, a qualunque classe del regno animale appartengano;

3° Per quanto concerne gli animali terrestri e d'acqua dolce, ponga la maggior cura nel raccogliere gli abitatori delle alte montagne e quelli delle isole situate a gran distanza dai continenti; e, riguardo agli animali marini, ricerchi sopratutto quelli che vivono nelle grandi profondità;

4° Raccolga di preferenza esemplari viventi, adulti e in buono stato di conservazione per ciascuna specie.

(1) Alludiamo qui alla Filosofia zoologica di Van der Hoeven.

(2) Costituisce un volume di 2144 pagine di fittissima stampa, e può dare una giusta idea della amplissima mole di cognizioni compresa nella odierna zoologia sistematica.

PARTE SECONDA.

VERTEBRATI.

I.

Mammiferi (1).

La classe dei mammiferi si divide negli ordini seguenti:

I. Primati, che si scindono in tre sott'ordini, cioè *Anthropidae*, *Simiadae* e *Lemuridae*. Del primo sott'ordine che comprende l'uomo, ci siamo occupati in un capitolo a parte sotto il titolo di *Antropologia*.

Le *Simiadae* si suddividono:

1° In scimmie dell'antico continente, distinte per aver le narici ravvicinate e la coda non prensile e rappresentate dal gorilla e dal cimpanzé dell'Africa equatoriale, dall'oran-utan di Borneo e Sumatra, dai gibboni della Malesia, dai semnopiteci delle Indie orientali, dai cercopiteci, macachi e cinocefali dell'Africa e della Malesia.

(1) Rechiamo una lista di alcuni libri concernenti la preparazione é la raccolta dei mammiferi e degli uccelli.

Boitard, *Nouveau Manuel du Naturaliste Préparateur (Manuels-Roret)*. — Paris, 1839.

P. L. Martin, *Die Praxis der Naturgeschichte*. — Weimar, 1869.

Adam, *Manual of Natural History for travellers*. — London, (V. Voorst) 1854.

G. Neumayer, *Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen*. — Berlin, 1875.

A manual of scientific Enquiry; prepared for the use of officers in H. M. Navy, and Travellers in general. — London, 1871.

Montagu Browne, *Practical Taxidermy; a manual of Instructions to the amateur in collecting, preserving, and setting up natural history specimens of all kinds*. — London.

Capus, *Guide du Naturaliste Préparateur et du naturaliste collectionneur*. — Paris, 1879.

Direction for collecting, preserving and transporting, specimens of natural history. Prepared for the use of the Smithsonian Institution. — Washington, 1852.

Barboza du Bocage, *Instrucções praticas sobre o modo de colligir, preparar e remetter productos zoologicos para o Museu de Lisboa*. — Lisboa, 1862.

Schilling, *Hand-und Lehrbuch für angehende Naturforscher and Naturaliensammler*. — Weimar, 1861.

A. Newton, *On a method of registering Natural History observations*. (Trans. of the Norfolk and Norwich naturalist's Society, for 1870).

J. F. Naumann, *Taxidermie oder die Lehre. Thiere aller Classen am einfachsten*

2° In scimmie americane, che hanno le narici distanti e per lo più la coda prensile, e comprendono i miceti, i cebi, gli ouistiti, ecc.

Le *Lemuridae* hanno una faccia acuminata e l'unghia dell'indice delle estremità posteriori, lunga, sollevata e acuta. A questo sott'ordine appartengono i maki di Madagascar, i galago dell'Africa, i tarsi delle Molucche, ecc.

II. Insettivori. In quest'ordine abbiamo i galeopiteci della Malesia, che presentano una membrana distesa fra le estremità anteriori e le posteriori, la quale serve di paracadute quando spiccano lunghi salti da un albero all'altro; le talpe, i musaragni, i ricci. Gli insettivori hanno denti numerosi con molti tubercoli acuti.

III. Chirotteri ossia pipistrelli, divisi in *Frugivori* ed *Insettivori*. I *frugivori* sono quelli che raggiungono le maggiori dimensioni (pteropi dell'Africa, dell'Asia continentale e della Malesia). Gli *Insettivori* che hanno spesso appendici membranose sul naso foggiate in modo assai diverso, comprendono i comuni pipistrelli dei nostri paesi, i vampiri dell'America meridionale, rinolofi, ecc.

IV. Rosicanti. Distinti per due incisivi in ognuna delle mascelle, tagliati a scalpello e crescenti rapidamente. I topi, le marmotte, gli scoiattoli, i ghiri, le lepri, i conigli, i porcellini d'India (*Cavia*), le istrici, il castoro appartengono a quest'ordine.

V. Carnivori. — 1° *Plantigradi*, che camminando toccano il terreno con tutta la pianta dei piedi (orsi, tassi, nasue e procioni dell'America). — 2° *Digitigradi*, che camminano sull'estremità delle dita (gatti, cani, volpi, jene, lontre, faine, ecc.). — 3° *Pinnigradi* o *Pinnipedi*, nei quali le estremità sono dilatate e convertite in organi atti al nuoto (foche, otarie, trichechi).

VI. Proboscidei, che hanno il naso prolungato in una proboscide (elefante).

VII. Iracoidei, rappresentati dal solo genere *Hyrax*, africano.

VIII. Ungulati, nei quali la porzione delle dita che tocca il suolo è sempre avvolta da un'unghia molto sviluppata che forma uno *zoccolo*.

und zweckmässigsten für Naturaliensammlungen aufzubewahren und auszustopfen. — Halle, 1848.

Swainson, *Taxidermy with the Biography of Zoologist. etc.* — London, 1840.

T. M. Harting, *Hints on Shore Shooting with a chapter on skinning and preserving birds.* — London, 1871.

A. Newton, *Suggestions for forming collections of Birds Eggs. Reprinted with additions from the circular of the Smithsonian Institution of Washington.* — London, 1860.

S. Wood, *The British Bird-preserver; or, how to skin, stuff, and mount birds and animals, ecc. with practical illustrations.* — London, 1877.

Gli Ungulati si dividono in due sott'ordini, cioè *Perissodattili* e *Artiodattili;* nel primo le dita o zoccoli sono in numero impari, nell'altro pari. I *Perissodattili* comprendono i rinoceronti, i tapiri e i cavalli; gli *Artiodattili* l'ippopotamo, i porci e la grande schiera dei ruminanti, cioè: bovi, pecore, capre, antilopi, camelli, lama, giraffe, cervi, ecc.

IX. Cetacei cioè i delfini, capodogli, balenottere e balene.

X. Sirenidi, affini ai cetacei per il loro corpo pisciforme adattato ad una vita acquatica, ma diversi da questi per molte particolarità anatomiche. Essi hanno le narici all'estremità del muso e le mammelle pettorali, mentre i cetacei hanno le narici sulla sommità del capo e le mammelle inguinali. Fra i sirenidi non vi sono che i dugon della Malesia e i manati dell'America equinoziale ed Africa occidentale.

XI. Sdentati. Mancano assolutamente di denti o li hanno in numero ridotto; in nessuno si osservano incisivi mediani. (bradipi, armadilli, formichieri dell'America meridionale, pangolini dell'Asia e dell'Africa, oritteropo dell'Africa australe).

XII. Marsupiali, che hanno i capezzoli delle mammelle protetti da una piegatura della cute del ventre foggiata a borsa, ove stanno i piccoli. L'ordine è rappresentato sopratutto nella Nuova Olanda dai canguri, dasiuri, perameli, petauri, falangiste, vombati e dalle sarighe in America.

XIII. Monotremi. Comprende due generi molto notevoli per le loro particolarità anatomiche, cioè l'*Ornithorhynchus* della Nuova Olanda e l'*Echidna* della Nuova Olanda e della Nuova Guinea.

Le piccole specie di mammiferi, come topi, musaragni, pipistrelli ed anche quelle di maggior mole, si devono conservare intere nello spirito. È più utile per lo studio di avere animali interi anzichè le sole spoglie di essi; per conseguenza, ogniqualvolta la loro statura sia compatibile coi recipienti che si hanno per contenerli e coi liquidi conservatori di cui si può disporre, è molto preferibile di immergerli e mantenerli nell'alcool. In questo modo si ha il vantaggio: 1° di conservare bene certe parti molli (orecchie, appendici nasali dei chirotteri, ecc.), le quali forniscono caratteri di molta importanza per la classificazione, che non sarebbero più verificabili quando fossero deformate pel disseccamento; 2° di avere esemplari che essendo tuttora forniti dei loro diversi apparati e dei visceri, si prestano anche a ricerche anatomiche; 3° finalmente quello di poterne ricavare lo scheletro.

I mammiferi che si vogliono conservare nello spirito devono prima di tutto subire un'incisione lungo il ventre, affinchè il liquido conservatore si metta a contatto colle parti interne; e per meglio assicurarsi

della conservazione, conviene iniettare spirito nel tubo digerente, per la via dell'ano, con una siringa a cannula sottile. È naturale che l'alcool debba essere rinnovato più d'una volta nel recipiente e che in questo non sieno accumulati troppi esemplari.

I grossi mammiferi si mettono in pelle. In tal caso dell'animale non deve rimanere che la pelle colla testa ossea e le ossa delle estremità attaccate. La pelle si può conservare nell'alcool, o a secco col sapone arsenicale; ma è preferibile il secondo sistema, giacchè col primo possono occorrere facilmente alterazioni che avrebbero per risultato lo staccarsi dei peli.

Per *mettere in pelle* si procede nel modo seguente;

Fatta la necessaria lavatura con acqua e sapone, o con benzina, per togliere le macchie di sangue, si chiudono le aperture delle narici della bocca e dell'ano con cotone; si adagia l'animale sul dorso, colla testa rivolta a sinistra del preparatore; indi si fa un taglio lungo il ventre, che dallo sterno arrivi fino in vicinanza degli organi della generazione. Nel praticare questo taglio bisogna avere l'avvertenza di non incidere che la pelle, perchè se si attraversassero i muscoli del ventre uscirebbero gli intestini ed oltre al fastidio di una cattiva esalazione si avrebbe anche l'inconveniente di insudiciare i peli.

Si stacca a poco a poco la pelle coll'aiuto della mano, o di uno scalpello e si cospargono le parti che rimangono a nudo con gesso, cenere o farina di gran turco per prosciugarle. Quando si sono liberate le coscie, si staccano dal bacino nel punto in cui la testa del femore si articola colle ossa della pelvi.

Si continua poi a spellare fino alla coda. È facile allora staccare il resto della pelle e si arriva alle estremità anteriori, che devono abbandonare il corpo e rimanere attaccate alla pelle, conservando anche la scapola unita all'omero.

In seguito si rovescia la pelle sul capo e quando, denudato il collo, si è giunti alla base del cranio, si disarticola la prima vertebra dall'occipite. Si strappano gli occhi per mezzo di una pinza che si introduce fra l'orbita e il globo oculare, avendo l'avvertenza di non danneggiare la palpebra; si ripulisce la cavità orbitaria e indi si procede fino a spogliar le mascelle, che rimangono aderenti alla pelle soltanto per la loro estremità. Per vuotare il cranio del cervello bisogna servirsi di una piccola asticina di ferro che si introduce a varie riprese nel foro occipitale. Il metodo proposto da taluni di spaccare la volta del palato per estrarre più facilmente il cervello, ha lo svantaggio di deformare il cranio, che è importantissimo non solo per la classificazione, ma anche per lo studio dell'anatomia comparata. Questo metodo più spiccio si può seguire quando si tratti di specie comuni delle quali non interessi

di conservare il cranio. Si riconduce la pelle sul cranio, non senza aver prima riempito la cavità orbitaria di cotone e spalmate tutte le parti di sapone arsenicale. Le estremità bisogna scoprirle interamente, arrivando fino alla pianta del piede e alla palma della mano; ripulirle dai muscoli e dai tendini, e prima di ricoprirle di nuovo colla pelle, spalmarle col preservativo ed avvolgerle di canape o cotone, perchè la pelle disseccandosi non aderisca all'osso. Bisogna anche incidere la pianta del piede e la palma della mano, per estrarne i tendini, ed isolare il più che si può le ossa delle dita dalla pelle.

Quando si ha a fare con grosse specie, se non basta una sola incisione se ne praticano altre lungo la superficie plantare e palmare delle dita.

Negli ungulati bisogna incidere la pelle della porzione inferiore delle gambe per scoprire le ossa, asportare i tendini ed applicare la pomata arsenicale. Per ispogliare la coda se ne tiene l'estremità anteriore con una mano e coll'altra si tira fortemente la pelle per rovesciarla. Se così non riesce, come accade in certi casi, si fa un'incisione lungo tutta la coda alla parte inferiore.

Ripulita per bene la pelle dalle particelle di tessuto adiposo che possono esservi rimaste aderenti, si spalma dappertutto di sapone arsenicale e si imbottisce leggermente di canape o di altre sostanze da imballaggio.

Prima di fare una pelle, il raccoglitore deve avere cura di prendere nota delle dimensioni principali dell'animale, come la lunghezza totale del corpo e la periferia in diverse parti di esso, affinchè il preparatore che sarà incaricato della montatura abbia le norme sufficienti per non esagerare o diminuire le proporzioni.

Egli deve anche registrare, fintanto che l'esemplare è fresco, il colore dell'iride e la forma della pupilla. La pelle del corpo dei cetacei cambia di colore disseccando; perciò è necessario di tener nota del suo colore o meglio farne uno schizzo all'acquerello. Le parti nude del muso, come pure le callosità anali di alcune scimmie si scoloriscono anch'esse colla disseccazione ed in questo caso si devono prendere appunti o fare disegni per ricordarne la tinta primitiva.

Lo scheletro dei mammiferi ha una grande importanza sia per lo studio della classificazione, come per quello dell'anatomia comparata. La preparazione degli scheletri in un gabinetto esige molte manualità, quali sarebbero: una prima ripulitura grossolana delle ossa; la macerazione, che sarà di più o meno lunga durata a seconda della stagione e della mole dell'animale; una seconda ripulitura più accurata e definitiva; l'impiego di speciali sostanze per ottenere un maggiore imbianchimento delle ossa; il disseccamento mediante l'esposizione al sole, e

finalmente la montatura. Il viaggiatore naturalista non deve darsi il pensiero di tante operazioni; diffatti se vuole radunare molti materiali e se il suo soggiorno in una data regione non è molto prolungato, è naturale ch'egli non abbia il tempo di compierle. Basterà per lui che le ossa siano liberate da quella quantità di parti molli che potrebbe andare incontro a putrefazione, che esse siano esposte al sole per il necessario disseccamento, e ottenuto questo, spalmerà le parti ligamentose e cartilaginee con sapone arsenicale per impedire che i tarli ne facciano distruzione. Se sono specie piccole, potrà lasciare le ossa tutte attaccate insieme pei loro ligamenti; trattandosi invece di mammiferi di grande mole, sarà il caso di disartieolare lo scheletro in vari pezzi, per esempio dividere la colonna vertebrale in due parti e separare le ossa lunghe. Tutti i pezzi di uno stesso esemplare devono essere accuratamente legati insieme, affinchè non si confondano con quelli di altri scheletri.

Gli istrumenti ed i preservativi necessari per la conservazione e preparazione dei mammiferi saranno indicati nel paragrafo seguente che tratta degli uccelli.

Quanto ai cartellini e all'imballaggio può valere ugualmente quel che si dirà riguardo agli uccelli.

Vi può essere qualcuno che creda di rendersi più benemerito d'un Museo arrecando la spoglia d'un leone o di una tigre anzichè una boccetta di piccoli mammiferi nello spirito. Invece è da raccomandarsi ai raccoglitori di non trascurare le specie di piccola mole, come per esempio i pipistrelli, gli insettivori e i rosicanti. Per procurarsi pipistrelli occorre visitare le grotte, ove talora si trovano in grandissima copia appesi alla volta, i cavi dei vecchi alberi, le antiche costruzioni; gli insettivori e i rosicanti si possono ottenere con trappole o anche rovistando sotto legni o fogliami ammonticchiati. Per le grosse specie, quando non sia possibile procurarne l'intera pelle o tutto lo scheletro, se ne conservi almeno il cranio. Riguardo a quei mammiferi che è più difficile procurarsi, come per esempio i cetacei, i sirenidi, sarà bene tener conto almeno delle loro dimensioni, del posto ove si sono osservati, dei loro costumi, ecc. Se poi si troveranno, come accade non molto raramente, frammenti dei loro scheletri rigettati sulle spiaggie, si conservino scrupolosamente. Negli esemplari di sesso femminile non si deve mai trascurare di visitare la cavità uterina per vedere se contiene feti. Questi devono conservarsi nello spirito, unitamente all'intero apparato genitale. Tutte le osservazioni relative ai costumi, al modo di nutrirsi, di allevare la prole, alle emigrazioni, alle cause della scomparsa o della diminuzione di numero di una specie in un dato luogo, ai cambiamenti di livrea nelle varie stagioni, ai rapporti di so-

miglianza fra le specie di diversi ordini, ai mezzi di difendersi dai nemici, ecc., ecc., saranno utilissime (1).

II.

Uccelli.

Si dividono in 8 ordini, cioè *Rapaci*, *Passeracei*, *Rampicanti*, *Colombe*, *Gallinacei*, *Corridori*, *Gralle* e *Palmipedi* (2).

I. Rapaci. — Becco robusto, uncinato all'apice; piedi vigorosi con artigli forti ed adunchi. Alla base della mascella superiore v'ha una sostanza più molle del corno, d'ordinario colorata diversamente dal resto del becco, e che dicesi *cera*. In essa sono scavate le narici. I rapaci si dividono in due sottordini:

1° *Diurni*. — Prime penne più grosse ed esterne delle ali, ossia le remiganti, con barbe robuste. Occhi laterali; dito esterno dei piedi che non si può rivolgere all'indietro (avvoltoi, gipaeti, sarcoramfi, catarti, falchi, aquile, poiane, nibbi, sparvieri, serpentario).

2° *Notturni*. — Remiganti a barbe morbide. Occhi sul davanti della faccia. Dito esterno dei piedi che si può rivolgere all'indietro (gufi, assioli, barbagianni, civette).

II. Passeracei. — Becco di mediocre forza, vario assai per la forma e per le dimensioni; privo di cera alla sua base. Uccelli per lo più cantatori. Quest'ordine si divide nei sottordini seguenti:

1° *Fissirostri*. — Becco piccolo, depresso. Squarcio della bocca proteso oltre gli occhi (succiacapre, rondini, rondoni, gazze marine, vespieri, trogonidi, alcioni).

2° *Tenuirostri*. — Becco sottile non dentato: soventi lungo e ricurvo (picciotti, rampichini, colibri, nettarinie, melifagidi, upupe, promeropi, epimachi).

3° *Dentirostri*. — Becco generalmente sottile con una piccola intaccatura marginale (dente) all'apice della mascella superiore, e munito alla sua base di alcune setole dirette all'avanti. Piedi in generale gracili (rigogoli, avelie, muscicape, cincie, tordi, silvie, pispole, cutrettole, pitte, tiranni).

4° *Conirostri*. — Becco conico (corvi, paradisee, storni, plocei,

(1) Il professor Lessona a Torino, il professor Gasco e il marchese Doria a Genova, il professor Cornalia a Milano, il professor Giglioli a Firenze sono conoscitori di mammiferi.

(2) Questa classificazione è quasi letteralmente copiata dal libro di F. De Filippi, *Regno animale* (Milano 1852).

tanagre, fringuelli, passeri, frosoni, ciuffolotti, zigoli, allodole, buceri).

III. Rampicanti. — Due dita rivolte all'avanti, e generalmente due rivolte all'indietro (tucani, papagalli, cacatua, barbuti, picchii, torcicolli, cuculi).

IV. Colombe. — Pollice nel piano delle altre dita. Monogami. Costruenti un nido per la prole; questa nasce in stato da aver bisogno delle cure dei genitori. Covate numerose, ognuna di poche uova (colombe, tortore, gure).

V. Gallinacei. — Pollice per lo più rudimentale o nullo o più alto del piano delle altre dita. La maggior parte poligami. Nòn costruiscono nido. Prole capace di nutrirsi da se stessa appena uscita dall'uovo. Uova numerose ad ogni covata (pterocli, penelopi, craci, megapodii, talegalli, pavoni, fagiani, galli, numide, tacchini, tetraoni, pernici, francolini, quaglie).

VI. Corridori. — Gambe lunghe e robuste, pollice mancante o rudimentalè. Ali inette al volo (struzzo, nandù, emu, casoar, *Apterix*).

VII. Gralle. — Gambe e collo ordinariamente lunghi, parte inferiore della tibia (comunemente ed erroneamente creduta la coscia) priva di piume. Volando, portano le gambe penzoloni all'indietro, non raccolte sul petto come gli altri uccelli. Abitano generalmente nelle campagne aperte e paludose, o lungo la riva delle acque. Prole generalmente capace di cercarsi il nutrimento appena uscita dall'uovo (otarde, occhioni, pavoncelle, pernici di mare, gru, aironi, cicogne, spatole, ibis, limose, chiurli, avocette, tringhe, beccaccie, falaropi, gallinelle, porfirioni, folache, parre, palamedee).

VIII. Palmipedi. — Collo lungo, gambe brevi (eccettuati i fenicotteri). Le dita collegate da una membrana. Piume per ordinario untuose e strettamente addossate l'una all'altra (fenicotteri, oche, cigni, anitre, fuligule, smerghi, colimbi, tuffoli, alche, urie, pinguini, puffini, procellarie, talassidrome, albatros, stercorari, gabbiani, sterne, rincopi, aninghe, fetonti, fregate, sule, cormorani, pellicani).

Non credo necessario di trattenermi sulle particolarità dell'*habitat* degli uccelli, essendo generalmente nota l'esistenza di specie arboree e terrestri, di specie che vivono nelle montagne a maggiori o minori elevatezze, di altre che abitano i terreni paludosi, oppure gli stagni, di specie quasi esclusivamente marine, ecc., ecc.. Così pure non intendo parlare del modo di cacciarli, nè delle astuzie usate comunemente, delle reti di varie forme, dei lacci, panie, ecc. adoperati per catturarli. Non sempre il viaggiatore sarà in condizione di poter mettere in opera questi mezzi di caccia, e molte volte gli converrà di valersi a preferenza dell'opera degli indigeni, giacchè questi, conoscendo meglio i costumi

degli animali abitanti i loro paesi, ed avendo più famigliarità coi luoghi meno accessibili, potranno procurargli specie rare, che egli stesso difficilmente troverebbe. In qualunque posto egli vada non dimentichi di far una visita ai mercati e di accompagnare, se sia possibile, i cacciatori nelle loro escursioni.

Un' avvertenza importante è quella di adoperare il piombo più sottile che sia possibile per ottenere ferite di piccola dimensione. Per le specie piccolissime, come i colibri, nettarinie, ecc., conviene servirsi della sarbacana (il *sumpitan* dei malesi), consistente in una canna forata per tutta la sua lunghezza, colla quale si scagliano per mezzo del soffio, pallottoline di creta. Anche i fucili Flobert sono molto raccomandabili per questo scopo.

Quando gli uccelli si prendono colla pania, le parti sudice si lavano con olio e successivamente colla benzina.

Il viaggiatore che intende far raccolta di uccelli, deve aver di mira principalmente: 1° di radunare il maggior numero di specie di una data regione, per potere, col mezzo de' materiali raccolti, somministrare i dati più completi che sia possibile sulla fauna del luogo esplorato; 2° far sì che questi materiali siano veramente utili all'ornitologo che ne farà oggetto di studio, e a tal uopo aver cura che non manchino tutte quelle indicazioni che sono appunto la condizione *sine qua non* per rendere interessante una collezione. Quindi è indispensabile l'esatta verifica dei sessi; il notare con precisione la località e l'epoca della cattura; importa far osservazioni sui costumi, sul modo di nutrirsi, sul modo di nidificare, sulle uova, sulle mute, sui rapporti fra la livrea ed i mezzi in cui l'uccello suol vivere, ecc., ecc.

Ma anzitutto si tratta di conservare gli esemplari e mi propongo di indicare brevemente le operazioni che si richiedono, le quali per altro presentano poche difficoltà e facilmente superabili colla pratica.

Conservazione degli esemplari. — Il modo più conveniente di conservare gli uccelli è quello di prepararne le spoglie a secco, come abbiamo indicato pei mammiferi, il che si chiama *mettere in pelle.*

Nei paesi caldi è necessario che l'uccello sia spellato più prontamente che si può, perchè la putrefazione accade facilmente e con essa le piume si staccano.

L'uccello dev'essere pulito e si deve cercare di mantenerlo tale, per cui la prima precauzione sarà quella di vedere se la cavità boccale sia sporca di sangue, di nettarla se lo è, e di riempierla quindi di cotone e chiuderla, legando il becco mediante un filo che si è fatto passare attraverso le narici con un ago. Si devono chiudere anche le narici introducendovi un po' di cotone con una punta, ma in questa operazione bisogna badare di non forzar troppo per non deformare l'apertura.

In qualche caso lo stomaco è troppo pieno d'alimenti e allora conviene vuotarlo, perchè non escano dalla bocca durante la preparazione; ciò si ottiene rovesciando l'uccello colla testa in basso ed esercitando una pressione sull'esofago.

Fatto ciò, si lavano le macchie formatesi per spargimento di sangue dalle ferite, con una spugna, o meglio, con un pennello, adoperando acqua e sapone, oppure benzina. Quest'ultima è più comoda in viaggio, quando non si ha tempo di preparare la soluzione di sapone. Si asciugano le piume con un pannolino, con carta asciugante o, se non basta, si copre la parte bagnata con gesso polverizzato, che si rinnova più di una volta a seconda del bisogno.

Al gesso è molto da preferirsi la fecola di patate ben secca, la quale, oltre all'asciugar bene quanto il primo, ha il vantaggio sopra di esso di poter essere adoperata per ogni qualità di penne. Del gesso bisogna evitare l'uso per gli uccelli con penne nere e sopratutto vellutate.

Si adagia il corpo dell'animale sul dorso, colla testa rivolta alla sinistra dell'operatore; si allontanano le piume del petto lungo la linea mediana, poi si pratica un'incisione longitudinale, che deve intaccare semplicemente la pelle, e, partendo dall'estremità inferiore dello sterno, giungere fino alla coda. Si comincia a staccar la pelle tutt'attorno all'incisione, aiutandosi con una spatoletta o col manico del tagliente che abbia questa forma. Si frappone bambagia fra la pelle ed il corpo, per evitare che le piume si insudicino, e si cospargono le parti che restano a nudo con gesso, cenere, terra da pulire i coltelli, od anche farina di granturco, allo scopo di prosciugarle. Naturalmente non tutti gli uccelli hanno la pelle di uguale consistenza, e in taluni è talmente sottile e delicata che si strappa con tutta facilità. (Per esempio i caprimulgidi e le tortore). Staccata la pelle da ambe le parti e scoperte le estremità posteriori, si spingono fuori e si tagliano sull'articolazione del ginocchio, lasciando la coscia attaccata al corpo. Si continua a staccar la pelle lungo la parte inferiore del corpo fino all'estremità della colonna vertebrale, che si deve recidere, avendo cura di non intaccar colla forbice l'inserzione delle penne caudali. Quindi, tenendo in mano il corpo, si procede a separare il resto della pelle. Giunti alle ali, si tagliano all'articolazione della spalla e si continua a spellare fino alla base del collo che dev'essere troncato più vicino al corpo che sia possibile. Si tratta quindi di denudare il collo e la testa; afferrata l'estremità recisa di quello colla mano sinistra, colla destra si rovescia la pelle e si stacca a poco a poco, aiutandosi coll'unghia, finchè si arriva alla base del cranio. Nei picchi esistono ai lati del collo certe glandole speciali che secernono un umore viscido, e bisogna ba-

dare di non romperle per evitare di insudiciare le piume. Continuando il processo, incontriamo la cavità dell'orecchio; allora dobbiamo staccare la membrana che la riveste, sollevandola dal disotto colla punta delle pinze. Si seguita a rovesciar la pelle fino a che si raggiungano gli occhi; in questo punto si taglia la membrana che unisce la palpebra al margine della cavità orbitaria, ma bisogna far attenzione di non intaccar le palpebre e di non rompere il globo oculare, che spanderebbe un liquido a danno delle piume della testa e del collo. Rovesciata la pelle sulla base del becco si strappano i globi oculari e si ripuliscono le orbite. Si tolgono tutti i muscoli e le membrane che rivestono il cranio e le mandibole, indi con forbici robuste si ingrandisce il foro occipitale, tagliando la parte inferiore e posteriore del cranio, per potere estrarre più comodamente il cervello e ripulire convenientemente la cavità cranica. Si spalma di sapone arsenicale, mediante un pennello, il cranio dentro e fuori e la pelle vicina, e poi si riempie la cavità encefalica di canape tagliuzzata e le orbite di cotone. Per ricondurre la pelle al suo posto si prende la testa colla mano sinistra, e colla destra si fa risalire a poco a poco la pelle sul cranio, continuando l'operazione finchè esca fuori l'estremità del becco. Per facilitare l'uscita del becco, si tira leggermente il filo passato attraverso le naric e di cui si è lasciato a bella posta un capo sporgente. Restano a ripulirsi le ossa delle gambe, delle ali ed il coccige, e da queste parti dovranno scrupolosamente eliminarsi i muscoli e i tendini; si spalmano in seguito di sapone arsenicale e quelle delle gambe si avviluppano con canape, che deve sostituire lo strato muscolare asportato. Anche le ossa delle ali dovranno esser fasciate, ma con uno strato di canape molto più sottile dei muscoli preesistenti. Si passa quindi un laccio a gola di lupo sulla metà circa di ciascuno degli avambracci e le estremità libere dei due fili si annodano al centro, sottoponendo alla legatura un piccolo strato di canape. Questa legatura ha per iscopo di tenere ravvicinate le ali al corpo e mantenerle in una posizione conveniente.

Dopo ciò bisogna imbottire il collo, e si pratica nel modo seguente. Fatto con canape un cilindro che abbia la dimensione della parte che deve sostituire, e spalmatolo di sapone arsenicale, si spinge dentro la pelle del collo con una punta, o con una pinza, e si fa arrivare fino alla base del cranio, cercando di farne penetrare l'estremità dentro al medesimo.

Prima di questa operazione si deve spalmare la pelle del collo con sapone arsenicale, il che si ottiene introducendovi un pennello intinto in questo preservativo. È facile di stiracchiare troppo la pelle e di procurare un allungamento anormale del collo, e questo è un inconveniente

che bisogna evitare. È necessario che tutta la pelle dell'uccello sia spalmata di sapone arsenicale e dopo di ciò si dovrà imbottire. L'imbottitura non dev'essere soverchia e si può fare con canape, cotone, muschio o qualunque altra sostanza da imballaggio, purchè sia secca. Non si potranno adoperare per questo scopo alghe od altre piante cresciute in riva al mare, perchè sono imbevute di sale che le rende igroscopiche (1). Si dovranno pure evitare rigorosamente le sostanze animali, perchè facilmente attaccabili dai tarli. Infine si cuce l'apertura.

Finalmente bisogna lisciar le piume arruffatesi durante la preparazione, e questo si fa col pennello e con pinze a presa dolce e a branche liscie (*Pinze a bruxelles*). Non bisogna mai aspettare che la pelle sia secca per far questa operazione, perchè le piume ritornerebbero allora difficilmente nelle condizioni di prima. Si prende poi l'uccello pei piedi e si fa scivolare colla testa in basso in un cartoccio di carta resistente, quando esso sia di piccola o media statura: se è grande, gli si avvolge una striscia di carta intorno al corpo, in corrispondenza della base delle ali e si tiene unita con spilli.

Le brevi norme suggerite vanno soggette ad eccezioni, ed accennerò sommariamente la via da tenersi in alcuni casi speciali, benchè l'esperienza valga meglio di tutto per trionfare di certe difficoltà che possono accidentalmente incontrarsi.

Si è detto in principio che la prima operazione da farsi nel mettere in pelle è di praticare un'incisione lungo il ventre. Qualche volta invece bisogna farla lungo il dorso. Le anitre, tuffoli, procellarie, gabbiani ed in generale gli uccelli acquatici, hanno sul ventre uno strato di piume molto fitto; e nelle pelli montate, se sono state incise in questa regione, è facile che rimanga un solco nel punto corrispondente al taglio, per quanto il tassidermista abbia cercato di impedirlo. Per questo motivo tali specie d'uccelli si devono aprire sul dorso e un poco lateralmente alla linea mediana.

Alle volte è molto difficile, per non dire impossibile, il rovesciare la pelle sul capo, e questo si verifica negli uccelli a testa molto grossa e a collo molto sottile come le anitre; in tal caso è necessario di fare un'incisione al disotto del capo, partendo dalla base del becco; l'incisione dev'esser corta e quando la pelle è ricondotta al suo posto si dovrà ricucire.

Negli uccelli di statura molto grande è necessario rovesciare la pelle delle ali più che si può, per evitare che rimangano aderenti al-

(1) Nel *Guide du Naturaliste préparateur* del signor Capus, fra le sostanze atte ad imbottire le pelli, è annoverata la *Zostera marina*. La ragione suesposta basta a dimostrare che questa indicazione non è da seguirsi.

l'osso avanzi di parti molli, giacchè questi, putrefacendosi, rovinerebbero la preparazione. Oltre a ciò, sarà utile di tagliar la pelle dei tarsi, togliere i tendini ed applicare il preservativo perchè non si disquamino Ciò si pratica specialmente negli struzzi, nandù e casoar. Per la stessa ragione è necessario di incidere la pianta del piede e in questo punto ripetere lo stesso lavoro di estrarre i tendini e spalmare di sapone arsenicale. Questa misura di precauzione si può estendere anche a specie di statura non troppo grandi come, per esempio, gli aironi.

In generale si può dire che dev'essere tolto tutto quel che vi è di muscolo e di parti molli nel corpo dell'uccello che si vuol preparare.

Le avvertenze indicate sono tanto più da tenersi in conto nei paesi equatoriali, ove l'alta temperatura e l'umidità favoriscono la putrefazione.

Quando circostanze eccezionali non permettano di preparare la pelle a secco, si potrà adoperare lo spirito come mezzo di conservazione, immergendovi il corpo intero, se si tratta di piccole specie, o la pelle sola quando siano molto grandi. Nel primo caso converrà praticare, prima dell'immersione, un'iniezione di spirito nell'apertura anale, affinchè questo liquido si metta più presto in contatto coll'apparecchio intestinale, soggetto ad alterarsi più rapidamente. Avendo raccolto qualche specie rara e non potendo prepararla subito per circostanze imperiose, sarà bene di conservarla nello spirito, anzichè esporsi al rischio di perderla. Non bisogna però dimenticare che esiste qualche mezzo di ritardare la insorgenza del processo di putrefazione, come, per esempio, l'iniettare nell'ano una forte soluzione di acido fenico nell'alcool e riempiere la cavità boccale di cotone imbevuto nello stesso liquido. Resta pertanto stabilito che la conservazione degli uccelli nell'alcool non devesi mai ritenere come regola, ma solamente come mezzo di scampo in casi disperati.

Una cosa assolutamente indispensabile è il munire gli esemplari delle dovute indicazioni: per conseguenza appena fatta una pelle, prima di accingersi a prepararne un'altra, bisognerà notare sopra un pezzetto di carta resistente, che le si attacca con un filo ad una gamba: il sesso, la località precisa ove l'animale fu raccolto e la data della cattura; il colore dell'iride, del becco, dei piedi e delle parti nude, e la qualità del nutrimento che si è trovato nello stomaco. Del colore dell'iride conviene tenere nota appena ucciso l'uccello, perchè esso si altera presto. Quando una specie presenta delle creste o delle caruncole, potendone ottenere più individui, è bene conservarne qualcheduno nello spirito. Relativamente alla verifica dei sessi bisogna sempre valersi dell'autopsia per esser sicuri del risultato dell'indagine. La conoscenza scrupolosa del sesso ha grandissimo pre-

gio, tanto più considerando che in certi uccelli le differenze sessuali sono enormi, a segno che talvolta il maschio e la femmina di una stessa specie furono considerati come specie differenti. In molti casi il maschio ha colori molto più vivaci della femmina, in altri non vi sono differenze marcate; talvolta poi, ma più raramente, è la femmina che supera per bellezza il maschio. Il sesso maschile va contraddistinto col segno ♂, il femminile col segno ♀. Quando l'individuo è molto giovane, oppure i suoi organi sessuali furono danneggiati dalla ferita e quindi nasce dubbio sul sesso, il segno che lo indica deve essere seguìto nel cartellino da un punto d'interrogazione (♂? ♀?). Se si sono potute fare osservazioni sul modo di vivere, sulle località predilette, sul canto (1) e in generale sui costumi, queste si possono registrare in un giornale di caccia, riferendosi al numero che porterà il cartellino. Per risparmiare tempo, è anche conveniente di avere cartellini pronti sui quali sia stampato: *iride... becco... piedi...*, con vuoti da potersi riempiere a mano. Se si avranno esemplari nello spirito, ognuno dovrà portare attaccato ad un piede un cartellino di pergamena, o meglio una laminetta di ottone, sulla quale si scrive con una punta di ferro.

È di somma importanza per la zoologia sistematica e per gli studi anatomici di conservare degli uccelli anche lo schelctro. Per questo non si tratta che di ripulire le ossa di tutte le parti molli, vuotare bene la cavità encefalica e quindi farle seccare. Se alle volte non si fa a tempo a mettere in pelle un uccello, bisogna almeno utilizzarlo per lo scheletro; e se è unico, conviene conservare l'esemplare intero nello spirito, affinchè la specie sia riconoscibile. Quando invece della stessa specie si possono avere varii individui, quelli ridotti a scheletro bisognerà che abbiano sul cartellino lo stesso numero di cui sono muniti gli esemplari in pelle. Per meglio riconoscere gli scheletri e per evitare anche errori di indicazione è bene (quando sono preparati a secco) di conservare loro le penne delle ali e della coda.

Il signor Capus, nel libro già citato suggerisce, di conservare anche la lingua degli uccelli. Il consiglio è molto utile perchè questo organo presenta modificazioni importanti nella serie degli uccelli; ma troviamo

(1) È interessante ricordare certe voci caratteristiche, specialmente quelle spiegate dai maschi di alcune specie nell'epoca degli amori, e questo si può raggiungere dalle persone che abbiano qualche cognizione musicale. Il diverso canto può rappresentarsi in alcuni casi colla sola espressione sillabica; ma alle volte bisogna unirla all'espressione musicale, per esempio, in questo modo:

poco scientifico il sistema di conservare le lingue a secco, e di far loro subire uno schiacciamento per ordinarle frammezzo a fogli di carta come le piante in un erbario. L'alcool è adoperato oggidì in tutti gli stabilimenti per conservare le parti molli degli animali, quindi si presterà perfettamente anche in questo caso.

Interessa pure di conservare le uova ed i nidi e possibilmente l'uno e l'altro assieme. Ciascun nido sarà mantenuto in una scatola a parte, e si terrà conto delle condizioni in cui fu preso; esso dovrà portare un numero corrispondente a quello della pelle della specie che l'ha fabbricato. Lo stesso dicasi delle uova. Se sono nidi troppo grandi o non trasportabili, per esser formati di frammenti sconnessi, si potrà almeno tener nota della loro forma e degli elementi di cui constano, o meglio farne uno schizzo, aggiungendo le misure. E qui cade in acconcio di osservare che le costruzioni di alcuni uccelli della famiglia delle paradisee (*Chlamydodera*, *Ptilonorhynchus*, *Amblyornis*, ecc.) abitanti l'Australia e la Nuova Guinea, non sono veri nidi, ma semplicemente luoghi speciali di ritrovo dove i maschi vanno a corteggiare le loro femmine. Così l'*Amblyornis inornata* (2) fa una specie di capanna con un bel prato dinanzi, sul quale deposita fiori e frutta a colori vivaci, rinnovandoli ogniqualvolta sono appassiti.

Le uova devono essere vuotate del loro contenuto e il vuotamento si fa con una specie particolare di trapano. È un istrumento ordinariamente chiamato acciecabuchi, e consta di un'assicella di acciaio che ha un'estremità foggiata a cono e solcata in senso longitudinale; gli spazii fra le solcature sono rilevati in forma di tante laminette taglienti, che confluiscono tutte verso la punta. Si tiene quest'istrumento leggermente fra il pollice e l'indice della mano destra, si applica la punta nel posto che si vuol forare, che dev'essere sempre da un lato dell'uovo e mai sulle estremità, e quindi gli si imprime un movimento rapido di rotazione. Bisogna aver l'avvertenza di non esercitare una pressione troppo forte per non rompere il guscio. Il foro dev'essere tanto largo da permettere l'introduzione di un tubetto di vetro affilato in punta sottile. Questo tubo è piegato ad angolo retto ed alla sua estremità non affilata si adatta un altro tubo di gomma elastica, che si tiene in bocca per aspirare il contenuto.

Non bisogna trascurare la raccolta dei giovani; se sono privi di piume o le hanno molto rudimentali val meglio serbarli nello spirito, se sono più sviluppati e più rivestiti di piume si possono anche mettere in pelle.

(2) Vedi O. Beccari, *Le capanne e i giardini dell'Amblyornis inornata*. (*Annali del Museo civico di storia naturale di Genova*, vol. IX, pag. 382, tav. I).

Anche l'imballaggio delle collezioni ornitologiche merita molti riguardi.

Gli esemplari devono essere avvolti, ognuno da solo, in carta, quindi adagiati con cura a strati in buone casse di legno rivestite internamente di latta.

Bisogna aver cura, prima di incassare le pelli, che siano bene asciutte, indi mettere nella cassa della naftalina, saldare la rivestitura interna di latta e chiudere definitivamente. Il signor Capus (opera citata, pag. 174) non fa caso dell'importanza di imballare le collezioni entro a scatole di latta saldate. Egli dice che quando le casse sono perfettamente riempiute, se ne turano esattamente tutte le aperture e se devono viaggiare per mare, si spalmano di catrame. Questa pratica sarà buona quando non si abbia di meglio; ma un viaggiatore che si propone di far raccolte zoologiche non deve partire senza una provvista di scatole di latta e di fogli della stessa sostanza per foderarne le casse d'imballaggio. L'operazione della saldatura s'impara molto facilmente e basta poca esperienza per impratichirsi in questa manualità. Insieme agli uccelli in pelle non bisognerà mai mettere altri oggetti, a meno che non si tratti di piccoli mammiferi.

Anche gli scheletri dovranno essere impacchettati ognuno separatamente ed in modo sicuro, poichè venendo a rompersi gli involti, potrebbero confondersi i pezzi dell'uno con quelli degli altri vicini. Gli scheletri non dovranno mai porsi nelle stesse casse che contengono le pelli.

Ciò che si conserva nello spirito dovrà essere spedito in barattoli di latta saldati e messi in casse di legno.

Non bisogna dimenticare che le pelli possono essere facilmente danneggiate dagli antreni, dai dermesti, dalle tignole, formiche, termiti, dalle blatte e dalla muffa. Anche gli scheletri corrono rischi, e quando sono attaccati dai dermesti, in poco tempo vengono privati delle sostanze ligamentose, cosicchè le ossa si staccano le une dalle altre. Per combattere questi nemici, si adopera la benzina, l'acido fenico e la naftalina; ma sopratutto il raccoglitore non deve dimenticare di visitar sovente le sue collezioni, e quando le imballa per spedirle bisogna che si accerti ch'esse non tengano celati questi insetti distruttori.

È cosa prudente di immergere in una soluzione arsenicale i cartellini ed i loro fili, perchè talvolta i tarli ne fanno distruzione.

Quanto alla muffa, è avvertenza essenziale, sopratutto nei paesi tropicali, che la saldatura delle casse sia fatta quando l'aria è asciutta e che le pelli vi siano chiuse quando sono perfettamente secche.

È noto il fatto del *Megapodius*, che forma un gran cumulo di foglie umidiccie e vi deposita nel centro le uova, affidando la loro incubazione

al calore che si sviluppa dalla fermentazione dei materiali che le circondano.

Non meno strano è quello del *Buceros*, che chiude la femmina covante nel cavo di un albero, cementandone con creta il collo attorno all'apertura e s'incarica di portarle il nutrimento dopo averla imprigionata. Abbondantissimi sono i casi di speciali cambiamenti dei maschi nell'epoca delle nozze; livree amorose che si manifestano con espansioni delle piume del collo, coll'allungamento di certe penne, collo sviluppo o coloramento speciale di caruncole ed infine con mille svariati ornamenti. Sarebbe del resto un impegno arduo il volere enumerare tutti i costumi bizzarri e gli istinti di questa elegantissima classe dei vertebrati; ma la nostra intenzione è quella soltanto d'invitare il raccoglitore a fissarvi sopra la sua attenzione.

Tutte le volte ch'egli potrà, terrà conto dell'epoca della nidificazione, della durata dell'incubazione, delle abitudini degli uccelli in questo periodo, del loro modo di cantare, sia nei tempi normali come nella stagione delle nozze e nel tempo della cova. Così pure non va dimenticato il modo di volare, e il rapporto fra la livrea ed il mezzo in cui vivono. È interessantissimo il fatto delle migrazioni e il tener nota dell'arrivo, della partenza, della direzione degli sciami e del modo in cui è disposta una colonia emigrante nell'atto del viaggiare.

Alcune specie d'uccelli sono affatto estinte e non se ne conoscono che avanzi allo stato fossile (*Dinornis*, *Aepiornis*, ecc.), di altre esistono pochi esemplari nei musei (*Alca impennis*, del nord d'Europa, *Fregilupus varius*, dell'Isola della Riunione), e finalmente ve ne hanno in via d'estinzione (*Apterix* della Nuova Zelanda). Sarà interessante di raccogliere dati esatti sull'epoca della scomparsa di queste specie, delle condizioni in forza di cui ne avvenne la distruzione e tanto più di far raccolta di quelle che stanno per esaurirsi. Alcuni uccelli hanno importanza come sostanze eduli, sia per sè stessi, come per i loro nidi (salangane); altri sono fatti oggetto di commercio per la bellezza delle loro penne, che diventano un articolo di moda (paradisee, colibri, ecc.).

Le informazioni concernenti le questioni economiche e commerciali relative a tali uccelli hanno anche il loro pregio, tanto più in vista di sedare una smania speculativa, che potrebbe avere un giorno per risultato la totale distruzione di una fonte di ricchezze.

Gli uccelli presentano molti esempi di *mimismo* e di rassomiglianze protettive. Così quelli che abitano il deserto si rendono quasi invisibili per la loro tinta; altri che abitano le nevi sono protetti dal loro colore bianco; i gufi e i succiacapre hanno una livrea che si confonde facilmente colla scorza degli alberi, per cui si vedono con difficoltà durante

il giorno; altre specie offrono nel manto un predominio del color verde perchè vivono in foreste sempre verdi.

Oltre alle osservazioni che si possono fare a questo proposito, sono anche da registrare i casi in cui uccelli di differenti famiglie ed anche di differenti ordini si somigliano fra di loro. Il collettore deve anche far attenzione alle modificazioni che subiscono gli uccelli domestici nei vari paesi e raccoglierne esemplari.

Il raccoglitore di mammiferi e d'uccelli dovrà avere con sè un piccolo corredo d'istrumenti, cioè:

Scalpelli, ossia bisturì, a manico fisso fatto a spatola;

Forbici a lama dritta e curva;

Forbici robuste, dette da giardiniere;

Pinze a branche taglienti per ripulire le ossa;

Pinze da dissecazione, cioè a branche appiattite e crenulate all'estremità, per afferrare fortemente gli oggetti;

Pinze a bruxelles, per rimettere a posto le penne spostate;

Punte di ferro con manico;

Aghi lunghi e refe;

Pennelli di crine per applicare i preservativi;

Pennelli morbidi di martora, per lisciare le piume ed i peli;

Sapone arsenicale, benzina, acido fenico, naftalina, gesso, fecola di patate, cotone, canape.

Il migliore sapone arsenicale si fabbrica colle seguenti sostanze:

Canfora, grammi 125;

Arsenico (acido arsenioso) polverizzato, grammi 600;

Sapone bianco, grammi 600;

Carbonato di potassa, grammi 300;

Calce polverizzata, grammi 100.

Si taglia il sapone in fette piccole e sottili; si mette in una pentola di terra su fuoco dolce, con una piccola quantità d'acqua e si agita con un cucchiaio di legno. Quando è sciolto vi si getta il carbonato di potassa e la calce polverizzata; si toglie dal fuoco e si aggiunge l'arsenico polverizzato, rimescolando leggermente. Finalmente vi si getta la canfora che sarà stata previamente sciolta in un mortaio con una piccola quantità d'alcool. Mescolando il tutto, si ottiene una pasta della consistenza di una pomata, che si conserva in vasi di terra. Per adoperarla si diluisce con alcool (1).

(1) Sono ornitologi il conte Salvadori di Torino, il conte Ninni di Venezia, il signor Bettoni di Milano, il professore Giglioli di Firenze, il professore Doderlein di Palermo.

gion di esempio, tener vivi per lungo tempo in apposite gabbiuzze, lucertole, camaleonti, colubri, tartarughe e simili.

Quasi tutti i rettili e gli amfibi si conservano assai bene nell'alcool ed alcuni anche a secco. Prima di immergere un sauro o un ofidio nel liquido conservatore si inietta alcool forte nel suo tubo digerente per la via dell'ano, mediante una siringa e si pratica un taglio nella pelle del ventre, acciocchè il liquido possa penetrare nelle cavità interviscerali.

Siccome, per determinare i piccoli sauri e gli ofidi fa d'uopo bene spesso di esaminare la lingua e i denti, conviene, prima di ucciderli, mantenere loro aperta la bocca per mezzo di un pezzetto di sughero o legno conficcato tra le mandibole.

Per conservare le grosse tartarughe, allorchè non è possibile al viaggiatore trasportarle viventi, si uccidono immergendo loro un coltello alla radice del collo. Si separa poi lo scudo inferiore o sternale dal superiore, segando le coste, si incide la pelle dalla base del mento fino all'estremità del petto, e si ripiega ai due lati. Si estraggono allora i visceri e i muscoli dal corpo, si spogliano dalle carni le zampe e la coda e si asporta come meglio si può, cioè incompletamente, il cervello dal cranio. Ciò fatto, si avvolgono le ossa di bambagia e si rimette la pelle a posto dopo averla spalmata internamente di sapone arsenicale.

Per togliere la pelle ai grossi sauri e conservarla a secco, si pratica un taglio dal mento dell'animale fino all'estremità della coda e si separa il corpo dalla pelle, ponendo in opera le cure già indicate a proposito dei mammiferi e degli uccelli. Poscia la pelle si stropiccia internamente con una spazzoletta bagnata di soluzione d'allume mista ad un po' di sublimato corrosivo.

Per quanto concerne gli ofidi, fatto un piccolo taglio longitudinale sotto la testa, si separa facilmente la pelle rivoltandola. Le pelli di serpenti si conservano assai bene nell'alcool.

I rettili conservati in alcool o le pelli loro si dispongono in casse o cassette di zinco o di latta, alle quali si salda il coperchio. Günther raccomanda all'uopo scatole di zinco rettangolari munite di un'apertura circolare del diametro di 10 centimetri, che si può chiudere ermeticamente con un turacciolo a vite ed un anello di gomma elastica. Le dimensioni di queste scatole sono di centimetri $45 \times 30 \times 15$, tali, come ognun vede, da accogliere individui assai voluminosi.

Sono presentemente assai ricercate nei Musei zoologici le tartarughe terrestri di Madagascar e delle isole adiacenti, gli alligatori dell'America meridionale (eccettuata la specie più comune) i gaviali e i cocodrilli dell'Australia meridionale, l'iguana cornuta di Haiti (*Meto-*

poceros) i sauri delle isole Galapagos (di cui una specie può dirsi marina), i clamidosauri d'Australia, rettili saltatori le cui orme somigliano a quelle dei giganteschi dinosauri fossili, i serpenti marini (idrofidi) dei mari tropicali.

Fra gli studi da farsi intorno ai rettili, si ricordano quelli che hanno tratto ai costumi, i quali, per quanto concerne le specie esotiche, furono assai trascurati dai naturalisti. In ordine ai batraci esotici, sono poi importantissime le osservazioni concernenti l'accoppiamento e le metamorfosi (1).

IV.

Pesci (2).

I pesci si dividono in sei ordini.

I. Faringobranchi. — Pesci a forma lanceolata, senza pinne pettorali e ventrali, senza cranio e senza cervello, colla colonna vertebrale rappresentata da una corda dorsale; senza cuore che è supplito da dilatazioni pulsatili dei vasi, e con branchie faringee. (Esempio: *Amphioxus lanceolatus*).

II. Marsipobranchii. — Pesci vermiformi senza pinne pettorali e ventrali, a scheletro cartilagineo, con sei o sette paia di branchie a forma di sacco, con una bocca circolare o semicircolare senza mascelle e atta a succhiare. (Esempi: lamprede).

III. Elasmobranchii. — Pesci cartilaginei con grandi pinne pettorali e con ventrali, bocca generalmente trasversale situata sulla superficie inferiore del corpo, con 5 e più raramente 6 o 7 paia di sacchi branchiali, con altrettante aperture esterne. Intestino con valvola spirale. (Esempi: squali, razze, torpedini, *Myliobatis*).

IV. Ganoidei. — Pesci cartilaginei od ossei provvisti di squame smaltate per lo più romboidali oppure di piastre ossee dermiche; branchie libere protette da opercolo; bulbo arterioso muscoloso con serie di valvole; intestino con valvola spirale. (Esempi: storioni).

(1) Il marchese Doria di Genova, il professore Lessona di Torino e il signor De Betta di Verona si occupano di rettili e d'amfibi.

(2) Cuvier e Valenciennes, *Histoire naturelle des poissons.* — Paris, 1828-49.

Günther, *A Catal. of the Fishes in the Brit. Mus.* — London, 1859-70.

Dumeril, *Ichthyologie, ou histoire naturelle des poissons.* — Paris, 1865.

Blanchard, *Les poissons des eaux douces de la France.* — Paris, 1866.

K. von Siebold, *Die Süsswasserfische von Mitteleuropa.* — Leipzig, 1863.

V. Teleostei. — Pesci con scheletro osseo e vertebre distinte, branchie libere ed apparecchio opercolare esterno; tubo arterioso semplice con due sole valvole alla base. Intestino senza valvola spirale. (Esempi: cavalli marini, *Syngnathus*, *Orthagoriscus*, murene, aringhe, lucci, salmoni, tinche, siluri, merlucci, sogliole, triglie, tonni, muggini).

VI. Dipnoi. — Pesci a respirazione branchiale e polmonare. (Esempi: *Lepidosiren*, *Protopterus*, *Ceratodus*).

Le cognizioni intorno ai modi migliori di adescare e di catturare i pesci sono assai diffuse e ciascuno può procurarsele ricorrendo ai pescatori di professione. Ad ogni modo reputiamo non superfluo di intrattenerci qualche poco sopra di esse.

Ogni maniera di pesca è suscettibile di somministrare specie interessanti per lo studio e pertanto nessuna deve essere trascurata da chi si propone di formare una raccolta scientifica. Per prendere i pesci del mare profondo si possono adoperare due metodi: 1° i palamiti, lunghe funi munite di numerosi ami adescati con piccoli pesci, che si calano a grandi profondità; 2° le nasse, canestri di giunchi o di filo metallico galvanizzato con una imboccatura imbutiforme disposta in modo che il pesce una volta entrato non possa più uscire; queste nasse si adescano con pesce o carne putrida.

La sciabica di fondo (gàngano) grandissima rete a forma di lungo cappuccio che si trascina sul fondo, dà anche ottimi risultati.

Disgraziatamente la draga allorchè striscia sul fondo a grandi profondità, non somministra quasi mai pesci.

I pesci pelagici, cioè quelli che vivono comunemente in alto mare e solo raramente si avvicinano alle coste, e che spesso sono giovani di specie grosse, si raccolgono colla rete a strascico, la quale serve pei piccoli; i grossi si pescano coll'amo e coll'arpone. Molti di questi pesci vengono solo di notte alla superficie.

Si raccomanda inoltre al raccoglitore di tentare certe ricerche speciali affine di procurarsi non poche specie che sfuggono d'ordinario agli abituali sistemi di pesca. È utile a cagion d'esempio, allorchè si fa collezione di pesci nei mari tropicali o equatorali, di raccogliere grandi polipai e di infrangerli a colpi di martello, per trarne i pesciolini che vi trovano rifugio. Altri bisogna cercarli fra le alghe e la melma tratta dai fondi marini o lacustri mediante la draga.

Nella pesca che ha per oggetto pesci di acque basse o natanti a galla riesce efficacissimo l'uso delle torpedini di dinamite (1). Queste

(1) In Italia vi ha una fabbrica di dinamite ad Avigliana presso Torino; ve ne ha una in Svizzera ad Isleten (cantone d'Uri). Il prezzo di questa materia varia tra 5 e 8 lire il chilogramma, secondo il grado di forza. Si adoperano comunemente tre numeri; il più energico (n° 1) è il migliore per la pesca.

son cartuccie cilindriche contenenti da 20 a 25 grammi di pasta esplodente ed avvolte in carta impermeabile; in ciascuna di esse s'innesta per una lunghezza di due a tre centimetri un pezzo di miccia incatramata di conveniente lunghezza e munito di apposita capsula fulminante (1). Dato fuoco alla miccia si getta immediatamente nell'acqua la cartuccia, il cui scoppio ha per oggetto di intorpidire od uccidere i pesci.

Si debbono usare le maggiori cautele: 1° perchè la dinamite non abbia ad esplodere spontaneamente, in conseguenza di urti od attriti con gravissimo danno di persone e di cose; 2° perchè le cartuccie, quando la miccia sia stata accesa, non scoppino fra le mani dell'operatore (2), il che succederebbe se questo non fosse abbastanza sollecito a scagliarle o se la miccia fosse troppo breve. Le torpedini inoltre debbono essere gettate ad una certa distanza, non meno di 15 a 20 metri dalle navi o navicelle e ben s'intende anche dalle persone.

Certi piccoli pesci (come, per esempio, i *Blennius* delle nostre coste) si possono raccogliere falciando colla rete a mano sugli scogli coperti di alghe fitte; oppure si fa combaciare l'apertura di questa rete sul fondo algoso, si scuote violentemente e si trae a sè rovesciandola con prestezza. Lungo le costiere battute dal mare si trovano spesso cavità o fessure in cui il mare, quando è alto, introduce insieme all'acqua dei pesciolini. Anche queste cavità devono essere esplorate. Se i buchi degli scogli sono molto stretti è necessario avere un uncinetto di ferro per stimolare i pesciolini ad uscire dalle loro tane e si tiene pronta la rete a mano per raccoglierli. È pure utile talvolta di rovesciare i grossi sassi sotto i quali si trovano alghe.

Un altro sistema vantaggioso per cogliere le piccole specie di scoglio è quello che si pratica colla coccola. Si prendono lombrichi e si gettano nella polvere di questa pianta; dopo averla inghiottita, in breve tempo essi muoiono e allora si tagliano a pezzetti minuti che si gettano

(1) La miccia si mette in contatto col fulminato della capsula; la parte superiore di quest'ultima vuol esser poi stretta attorno alla miccia per mezzo di un paio di pinze. La parte estrema dell'involto impermeabile della cartuccia si lega alla miccia con una cordicella.

(2) Si avverta che, accesa la miccia, questa può bruciare interamente senza che all'esterno apparisca fumo o fuoco. Pertanto appena fatto il tentativo d'accensione la torpedine deve essere scagliata.

Allorchè la dinamite è gelata conviene riscaldarla a bagno maria e non altrimenti.

Intorno all'uso della dinamite il viaggiatore farà bene a consultare gli uomini pratici e le istruzioni speciali pubblicate all'uopo, per esempio: *Mode d'emploi de la dynamite.* Paris, LAHURE, 1876. — *Notice sur la dynamite,* di RUGGIERI, ecc.

in mare. Certi piccoli pesci sono avidissimi di questi lombrichi e quando li hanno mangiati rimangono inebbriati e sbalorditi e si prendono con tutta facilità.

Qualunque oggetto galleggiante, siano legnami, o alghe, si dovrà sempre visitare.

Interessa pure di pescare coll'amo o colle nasse nelle secche o bassifondi distanti dalla terra.

Il raccoglitore non dovrà dimenticare di frequentare i mercati delle città in cui avrà occasione di dimorare.

I pesci si conservano generalmente nel modo stesso dei rettili e colle medesime cautele.

Il miglior preservativo è sempre per questi animali l'alcool che si può sostituire con una soluzione di cloruro di zinco.

Prima d'introdurre l'esemplare nel liquido si pratica un taglio nella regione ventrale di esso. Conviene pure iniettare alcool forte nell'ano dell'animale.

Per ottenere una conservazione più perfetta, il pesce si tiene immerso dapprima per qualche ora nell'alcool forte da 25° a 28° dell'areometro di Beaumé, poi s'introduce in un nuovo bagno a 25°. Dopo la prima immersione ciascun esemplare si ripulisce delle mucosità che aderivano al suo corpo, per mezzo d'una spazzetta.

Quando l'alcool è troppo forte, gli esemplari si induriscono e si aggrinzano, se è troppo acquoso si ammolliscono e non tardano a putrefarsi. È facile di ovviare al primo difetto coll'aggiunta di acqua e al secondo aggiungendo alcool più forte.

I pesci così preparati si collocano in cassette o scatole di metallo simili a quelle che si adoperano pel trasporto dei rettili. Le specie più piccole e delicate debbono essere imballate a parte ed avvolte in pannolini. Si avverta che quelle degli alti fondi sono sempre delicatissime.

Non è possibile talvolta di conservare i grandi pesci in alcool per mancanza di recipienti abbastanza capaci. In tal caso non consigliamo di preparare l'intero corpo a secco, ma piuttosto di spellarlo e di conservare la pelle nell'alcool o anche semplicemente in sale, e lo scheletro, a parte, scarnato e a secco. S'intende che le ossa dei pesci destinate alle collezioni scientifiche debbono essere accuratamente scarnate e ripulite.

Per spellare un grosso pesce, si pratica un'incisione sulla parte inferiore del corpo, dalla gola fino al principio della coda, poi dalla natatoia caudale fino al dorso, e si stacca pian piano la pelle dal corpo; allorchè si giunge alle natatoie, queste si recidono, o si disarticolano le

ossa che le connettono al corpo, oppure si tagliano longitudinalmente e si conserva la sola pelle che le ricopriva, eliminando le ossa.

Quando si ha che fare con pesci razziformi, come la torpedine, la razza a macina e tanti altri, oltre alle incisioni longitudinali occorrono anche varî tagli trasversali opportunamente distribuiti.

Le pelli che si vogliono mantenere in sale, si immergono dapprima per qualche tempo nella salamoia concentrata, contenente anche allume, poi si estraggono, si fanno asciugare all'ombra, si spargono di sale in polvere e si imballano in un barile o in una cassa ben stagna con sale bene asciutto.

Prima di cominciare la preparazione dei grossi pesci e dei grossi rettili, convien fare alcune osservazioni sull'animale fresco; si deve misurare la lunghezza e la larghezza del corpo, la lunghezza e larghezza delle zampe o delle natatoie, la distanza rispettiva degli arti, dalla punta del muso e dalla estremità della coda; occorre poi prender nota del sesso, dell'età, del peso dell'animale, osservare la posizione degli orifizi dipendenti dagli apparati respiratori, della digestione e della generazione, nonchè il colore e la forma degli occhi, il colore e la forma del muso e di ogni altra parte che sia molle e carnosa. Trattandosi di animali rari, un buon disegno è parimente necessario, non solo per soddisfare alle esigenze dello zoologo, ma per offrire al preparatore i dati di cui abbisogna per adempiere convenientemente al proprio ufficio.

Per i pesci presi presso alla costa si indicherà il nome del paese e della regione; per quelli pescati al largo sarà necessario di notare la latitudine e la longitudine. L'indicazione della data è sempre richiesta.

Nello stato attuale della scienza i pesci che hanno maggiore interesse sono le specie pelagiche e quelle degli alti fondi.

Mancano alla massima parte delle collezioni ittiologiche e però si raccomandano ai viaggiatori i grandi squali del Messico e molte grandi razze dei mari tropicali (segnatamente le specie dei generi *Myliobatis* e *Aetobatis*). Quando il viaggiatore non sia in grado di far raccolta di grandi pesci, come gli squali e le razze suaccennate, è utilissimo di conservarne almeno le mandibole, i denti o le piastre dentali.

I distretti oceanici che dal lato della fauna ittiologica promettono buoni risultati sono specialmente: l'Oceano artico, le coste delle terre ed isole poste al sud del 38° Lat. S., il Capo di Buona Speranza, il Golfo Persico, le coste dell'Australia (eccettuata la Nuova Galles, la cui fauna fu già discretamente studiata), la Nuova Guinea, i gruppi d'isole dell'Oceano Pacifico, le coste nord-est dell'Asia dal 35° Lat. N.

e le coste occidentali dell'America settentrionale e meridionale. Ricerche accurate nei fiumi finora ne furono fatte pochissime e appena si possono indicare i fiumi dell'Europa centrale, il Nilo inferiore, il Gange inferiore e mediano e la parte inferiore del Rio delle Amazzoni.

Quindi la ricerca dei pesci d'acqua dolce è molto importante, e sopratutto di quelli di Madagascar, dell'Orenoco e dei suoi affluenti.

Rechiamo poi qui appresso alcuni argomenti di ricerca e d'osservazione che si riferiscono ad altrettanti *desiderata* della scienza riguardo ai pesci.

1° Verificare la temperatura del sangue nei pesci, sopratutto nelle grosse specie, e ciò mentre si trovano in varie condizioni fisiologiche (1);

2° Sul corpo dei pesci pelagici, sugli scopelidi, per esempio, si osservano dei corpuscoli bianchi levigati, lucenti, di forma irregolare nel capo, arrotondati nel resto del corpo. Importa accertarsi se questi siano, come crede Günther, organi luminosi (2);

3° Studiare le proprietà venefiche di alcuni pesci, sia di quelli le cui carni sono nocive all'uomo, sia delle specie alle quali si attribuisce un organo velenifero. Rispetto ai primi sarebbe utile conoscere se le proprietà venefiche delle carni loro durano tutto l'anno o sono subordinate a certe condizioni fisiologiche del pesce, o a certe stagioni. Interesserebbe pure moltissimo di indagare la natura del veleno, la sua sede e i suoi effetti. Vi sono specie a carne innocua, ma con sacchi veleniferi presso le spine del capo, delle pinne o della coda (per esempio il *Thalassophryne reticulata* di Panama);

4° Verificare se il *Ceratodus Forsteri* di Queensland è dotato di proprietà elettriche;

5° Indagare tutto quanto si riferisce alla generazione e alla propagazione, alle differenze sessuali, all'ermafroditismo, alla proporzione numerica dei sessi, al tempo della frega, alle emigrazioni e al modo di deporre le uova;

6° Osservare in quale guisa e in quali condizioni certe specie si costruiscono un nido, come fa il *Gasterosteus* presso di noi, e il rainbowfisch del Bengala;

(1) Si sa che nel tonno la temperatura del sangue è più elevata che negli altri pesci.

(2) Per questi organi si possono consultare i due seguenti lavori pubblicati recentemente:

M. Ussow, *Ueber den Bau der augenaehnlichen Flecken einiger Knochenfische.* (*Bullet. Soc. Imp. Natural.* — Moscou, 1879).

F. Leydig, *Ueber die Nebenaugen des " Chauliodus Sloani. "* (*Archiv für Anat. u. Physiol.* — Leipzig, 1879).

7° Studiare i costumi dei pesci che allevano la loro prole nella cavità boccale, come il macropodio della Cina e il *Chromis paterfamilias* del lago Tiberiade (1);

8° Ricercare se vi siano casi di respirazione aerea, oltre ai pochi conosciuti (*Lepidosiren*, *Protopterus*, *Ceratodus*). Studiare il soggiorno terrestre, lo stato di letargo che si verifica, per certi pesci, nei paesi caldi durante le basse maree e pel prosciugamento delle acque, nonchè la persistenza e durata della vita dei pesci chiusi tra i ghiacci delle regioni polari;

9° Raccogliere le specie parassite, come sarebbe il nostro *Fierasfer* che vive nell'interno delle *Holothuriae* e l'*Encheliophis vermicularis* delle Filippine, parassita delle stelle di mare del genere *Culcita;* nonchè i commensali delle meduse;

10. Occuparsi dell'importanza alimentare di alcune specie, della loro distribuzione e della loro abbondanza (salmoni, clupee, storioni, gadidi, *Thyrsites* e *Chilodactylus* nei mari del sud);

11. Quando si fa una pesca sfrenata di una specie gli individui non possono avere le stesse dimensioni che raggiungerebbero se fossero lasciati tranquilli. Importa quindi notare le massime dimensioni e raccogliere i grandi individui quando si può;

12. Studiare la distribuzione geografica e i costumi delle specie più rare, che sono probabilmente in via d'estinzione;

13. Raccogliere sempre gli *Exocoetus* (pesce rondine) che capitano sul ponte delle navi, poichè fra essi possono incontrarsi specie rare; e conservare particolarmente quelli a pinne ventrali lunghe, inserite nella metà posteriore del corpo e senza barbigli;

14. Non trascurare la pesca nelle acque sotterranee e nelle termali, indicando per queste ultime la temperatura osservata;

15. Verificare se i pesci migratori son tutti provveduti di vescica natatoria e se quelli che vivono al fondo del mare ne son privi;

16. Raccogliere i gas contenuti nella vescica natatoria dei pesci ed analizzarli. Verificare se la proporzione dell'ossigeno, tra questi gas, si accresce nei pesci migranti nell'epoca della migrazione. (2)

(1) Nei cavalli marini (*Hippocampus*) le uova sono depositate dalla femmina in una saccoccia sul ventre del maschio, ivi si sviluppano e vi rimangono per qualche tempo i piccoli. Nei *Syngnathus* invéce di un sacco, il maschio porta i piccoli dentro a due ripiegature della pelle del ventre.

(2) Naturalisti italiani che si occupano di pesci sono, tra gli altri, il conte Ninni e il dottor Trois a Venezia, il professor Canestrini a Padova, il dottore Bellotti a Milano, il professor Pavesi a Pavia, il marchese Doria e il dottore Vinciguerra a Genova, il professor Doderlein a Palermo.

PARTE TERZA.

INVERTEBRATI.

I.

Articolati. (1)

Nel campo delle ricerche zoologiche non vi è parte che offra tanta probabilità di scoperte quanto l'entomologia. Le collezioni entomologiche, a differenza di quelle di mammiferi e d'uccelli, occupano poco posto e richiedono poco tempo per essere messe in condizioni da arrivare sane e salve agli stabilimenti ai quali sono destinate.

Il viaggiatore non trascuri questo ramo interessante delle scienze biologiche, e se le circostanze gli negassero il tempo di attendere ai vertebrati, si ricordi almeno di raccogliere materiali per lo studio della fauna entomologica dei paesi che esplora.

L'entomologia abbraccia lo studio degli insetti, aracnidi, crostacei e miriapodi.

(1) Dai seguenti libri si potranno attingere buone indicazioni sul modo di fare e conservare le collezioni entomologiche:

Guide de l'amateur d'insectes, par plusieurs membres de la société entomologique de France. — Paris, 1867.

Leprieur, *La chasse aux coléoptères.* Notes sur la préparation, la conservation et la récolte des insectes appartenant à cet ordre. — Colmar, 1866.

Edw. Newman, *The insect hunters.* — London.

Edw. Newman, *The insect hunter's Year-book; instituted, in* 1867.

F. Greene, *The insect hunter's companion, being instructions for collecting and preserving Butterflies and Moths and comprising an essay on Pupa digging,* 2 edition, with a chapter on Coleoptera by Edw. Newman. — London, 1870.

L. Eger, *Il raccoglitore naturalista.* Guida pratica per raccogliere, preparare, conservare i corpi naturali organici ed inorganici. Traduzione del professore M. Lessona. — Torino, E. Loescher, 1877.

O. P. Cambridge, *Hints on collecting Arachnida.* (*Nature,* vol. VII, n° 166).

G. Neumayer, *Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen.* Gliederthiere von A. Gerstaecker.

A Manual of scientific Enquiry, prepared for the use of Officers in H. M. Navy, and Travellers in general. — London, 1871.

A. Insetti.

Gli insetti si dividono in sette ordini.

a) Parti boccali atte a masticare:

1° Coleotteri. Ali anteriori cornee (elitri) e proteggenti le posteriori che sono membrānose e ripiegate trasversalmente. Con metamorfosi. (scarabei, lucciole, cantaridi, ecc.);

2° Ortotteri. Due paia d'ali; le anteriori sono coriacee (elitri) e proteggono le posteriori membranose, ripiegate per lo più a ventaglio (grilli, cavallette, locuste, blatte). Senza metamorfosi;

3° Nevrotteri. Ali anteriori e posteriori membranose, per lo più con nervature fitte reticolate (libellule, formicaleoni, friganee, termiti, ecc.). Con metamorfosi;

4° Imenotteri. Ali anteriori e posteriori membranose e trasparenti, con poche nervature; le posteriori più corte che le anteriori. Parti boccali atte a mordere e a succhiare (api, vespe, calabroni, formiche, ecc.). Con metamorfosi;

b) Parti boccali atte a succhiare:

5° Lepidotteri. Ali anteriori e posteriori membranose ricoperte di squamette fitte, colorate. Parti boccali a modo di tromba avvolta a spirale (farfalle). Con metamòrfosi come il seguente;

6° Ditteri. Un paio d'ali soltanto; le posteriori mancano e sono rappresentate da piccoli rudimenti. Tromba dritta, non a spirale (mosche, zanzare, ecc.);

7° Emitteri. Ali anteriori talora cornee per metà o più (emelitri); e allora proteggono le posteriori ed il corpo che è appiattito (cimici); talora invece membranose come le posteriori, e allora addossate obliquamente sul corpo (cicale). A quest'ordine appartengono anche gli afidi o pidocchi delle piante e i coccidi.

Nei nostri climi è dal principio della primavera fino all'autunno avanzato che la caccia agli insetti riesce maggiormente proficua, ma dove l'inverno è mite possiamo incontrarne anche nei mesi più freddi. Nei paesi molto caldi e sotto l'equatore ogni epoca è adattata.

Coleotteri. — Si trovano sui fiori, sulle foglie, sui rami degli alberi, sopra e sotto le corteccie e nel legno, fra le loro radici, fra le erbe, nel muschio, sotto le fascine, sotto le foglie secche, nei funghi, nell'interno di certi frutti e semi, nei granai, nelle cantine, nei formicai, nello sterco, nei cadaveri, sotto le pietre, nella sabbia, nel fango, nell'acqua, nelle caverne.

Riguardo a quelli che prediligono le piante come loro asilo, non

sempre è facile vederli e farne preda. Alcuni stanno appiattati sotto le corteccie e la natura li ha dotati di un corpo di forma schiacciata, mirabilmente adattato a questo soggiorno. Anche il loro colore somiglia molto a quello del mezzo in cui vivono. Alcuni abitano di preferenza le foglie e stanno o sulla pagina superiore o sulla inferiore. Chi li vede, non creda di potersene sempre impadronire, perchè appena si avvicina la mano, si fingono morti e si lasciano cascare a terra, dove per lo più è difficile rintracciarli. Altri cercano le piante spinose e si nascondono nell'ascella delle foglie; altri sfuggono dalle mani rapaci del cacciatore, perchè un capolino o un'altra infiorazione li tiene celati fra i suoi fiorellini. Un semplicissimo apparecchio servirà a trionfare sulle astuzie di questi piccoli insetti. Lo stesso ombrello di tela bianca, che serve a proteggere dai raggi del sole, basterà a quest'uopo. Si capovolga al disotto della pianta, indi si scuotano i rami o si percuotano con un bastone; gli insetti vi cascheranno dentro e allora sarà facile raccoglierli. All'ombrello si può sostituire una tovaglia o una tela bianca qualunque distesa al suolo al disotto dell'albero o del cespuglio.

Le praterie in fioritura o i luoghi acquitrinosi rivestiti di piante erbacee sono per lo più un campo fecondo pel cacciatore di coleotteri; ma per fare un buon bottino è necessario avere un altro istrumento, che si chiama retino da falciare. È un sacco di tela forte fissato ad un cerchio di ferro, il quale è sostenuto da un bastone. Il diametro del cerchio può variare dai 25 ai 30 centimetri. Per adoperarlo gli si imprime un movimento analogo a quello che il contadino da alla falce, quando sega l'erba, tenendo l'apertura del sacco rivolta in basso e sfiorando l'estremità delle piante. Dopo alcuni colpi, si visita il retino e si vuota del contenuto per ricominciare. Affinchè il cacciatore non abbia molti impacci, conviene che il cerchio di ferro sia fissato sul bastone per mezzo di una vite e che sia fatto in modo da potersi snodare in quattro punti, acciocchè, quando non deve più servire, assuma una forma tascabile. Questa stessa rete potrà servire per pescare gli insetti acquatici.

Alle volte si usa fissare ad una delle estremità del bastone del retino un istrumento di ferro atto a facilitare le ricerche sotto le corteccie degli alberi; però è meglio che quest'ordigno sia indipendente con un manico proprio. In tal caso potrà essere più perfetto, perchè, mediante apposita molla, il ferro starà nella direzione dell'asse del manico, per poter servire a sollevare le scorze; oppure farà un angolo retto col manico, e allora diventerà una piccola zappa utile per scavare fra le radici o raspare sotto le pietre, e finalmente, ripiegato lungo il manico, prenderà la forma più comoda per essere messo in tasca.

Osserviamo spesso, negli alberi, gallerie molto profonde che sono

fatte da coleotteri, ma non riusciamo ad impadronirci degli autori di queste opere di distruzione, perchè stanno nel fondo delle loro tane. In questo caso, o direttamente colla bocca, o meglio con un tubo di gomma elastica, si introduca fumo di tabacco nell'apertura, e non sarà difficile che l'insetto esca fuori per fuggire da un odore che è poco favorevole al suo benessere.

Quando poi un albero cessa di vegetare, un'infinità di insetti penetrano attraverso la sua scorza ed il suo legno, e lo invadono in tutti i sensi. In questo caso si dovrà non solo fare ricerche al disotto della corteccia, ma anche in mezzo alla parte legnosa che comincia a decomporsi. Anche il suolo sottoposto al tronco, se questo è abbattuto, deve essere visitato, perchè pare che alcuni coleotteri diano la preferenza quasi esclusiva a questo genere di ricovero. Così i *Mormolyce*, quei carabici di Borneo e di Giava tanto strani per l'espansione fogliacea dei loro elitri, sono stati trovati in simili condizioni. Le circostanze riescono più favorevoli quando i vecchi tronchi sono caduti in luoghi umidi, specialmente attraverso un torrente e che nella loro parte inferiore vi sono molti funghi, sopratutto polipori.

Si ottengono molti insetti nei tropici esponendo in condizioni favorevoli dei frutti a marcire. Alcune grandi infiorazioni di certe piante, nelle quali i fiori prima di maturare marciscono e formano una poltiglia (*Scitamineae*), sono piene zeppe di piccoli coleotteri. Altre piante con fiori a cartoccio (*Aroideae*) specialmente se hanno odore nauseoso, ne contengono pure. Per procurarsi in gran numero questi insetti si trasportano con precauzione i fiori nell'acqua, mettendoli prima in un retino. Appena gli insetti sono nel liquido tentano di scappare da ogni parte e rimangono presi nel retino. I cespi d'erba sono molto abitati dai coleotteri, che stanno fra gli steli od anche fra le radici. Quando siano sradicati, si scuotano sopra una tela bianca e si vedranno correre qua e là i piccoli abitanti. Lo stesso dicasi dei muschi, che durante l'inverno danno ricetto a molti di questi animali.

Se si trovano nelle foreste cumuli di fascine o rami secchi, si devono scuotere al disopra d'una tovaglia ed osservare fra i detriti che cascano. Questa caccia, nei nostri paesi, è proficua sopratutto in estate e in autunno. I rami freschi non danno risultati.

È usato da alcuni con profitto di conservare in sacchetti di mussola, appesi alle pareti della camera, pezzetti di rami secchi e tarlati; da essi usciranno alla stagione opportuna varie specie di coleotteri, che resteranno imprigionati nel sacco.

Il succo che cola dagli alberi in certe stagioni, gli olii e le resine che trasudano da certe piante, attirano molti insetti (cetonie, lucanidi, longicorni). Certi alberi, dopo che sono stati tagliati, lasciano colare

dalle ferite un succo, intorno al quale si riuniscono spesso coleotteri in gran numero. Alberi di recente abbattuti sono quasi subito visitati da longicorni o da altri coleotteri specialmente trapanatori.

Quasi intere famiglie di coleotteri cercano per loro dimora le sostanze in decomposizione, come funghi alterati, escrementi di vari animali, cadaveri di mammiferi e di rettili. I funghi, anche non decomposti, sono talvolta popolatissimi, e conviene chiuderli in un sacchettino per esaminarli più comodamente a casa. Il corpo di un topo, di una talpa o di un serpe, messo in un posto tranquillo e visitato il giorno dopo, darà buon risultato al raccoglitore. Quest'esca si può rendere più utile con un mezzo insidioso. Si scelga un recipiente di terra cotta, le cui pareti interne siano verniciate, oppure uno di latta; si sotterri in modo che il suo orlo sia a livello del suolo circostante e vi si getti dentro un pezzetto di carne putrida od un animaletto morto. Durante la notte gl'insetti carnivori, attirati dall'odore, si avvicinano alla trappola e vi cascano dentro; la levigatezza delle pareti impedirà loro di fuggire ed il mattino seguente si andranno a raccogliere. Molte volte gl'insetti scavano gallerie nel terreno al disotto dell'animale in putrefazione. Si metta allora una cassetta di latta piena di terra, sotterrata al livello del suolo, vi si posi sopra l'animale in putrefazione, poi si prenda il tutto e si tuffi nell'acqua. Tutti gl'insetti usciranno e si prenderanno in gran quantità.

Alcune specie, che stanno sulle sabbie come le cicindele, sono attivissime, per cui è spesso impossibile d'impadronirsene senza retino; allora si ricorre all'espediente di mitragliarle con manate di sabbia.

Molti coleotteri stanno appiattati sotto le pietre, ed alcuni sotto quelle di grande mole infossate profondamente nel suolo. Sollevandole bisognerà ispezionare non solo il terreno che rimane allo scoperto, ma anche la superficie della pietra che lo ricopriva.

I luoghi paludosi hanno una popolazione di coleotteri molto numerosa e svariata; sovente pestando il suolo coi piedi li vediamo comparire; altre volte conviene cercarli alla base dei giunchi o delle altre piante che vegetano in queste località. Se vi sono pozzanghere, si prendano le alghe, che per solito vi si trovano, si premano fra le mani per farne uscire l'acqua, indi si stendano sopra una tela bianca e si vedranno presto comparire piccoli insetti acquatici che facilmente verranno raccolti.

Alcune specie abitano la riva del mare, nascoste fra la sabbia bagnata dall'onda; altri nei *Fucus*, e se ne trovano anche nei polipai viventi che rimangono scoperti solo alle bassissime maree.

Le alte montagne ci somministrano specie particolari che variano a seconda delle differenti zone. La caccia sulle grandi elevazioni si fa

in estate, e bisogna ricercare specialmente sotto le pietre. L'attenzione deve essere anche rivolta sui punti ove la neve si scioglie, perchè per lo più vi è una quantità straordinaria di piccoli insetti.

Alcune rare specie di coleotteri furono perfino trovate, ed ancora in buono stato, nello stomaco dei rospi o nell'ingluvie di uccelli insettivori, come le rondini, i succiacapre, i *Bucorvus*. Altre abitano i nidi degli uccelli. Altre si trovano prese nei ragnateli, nei luoghi poco abitati e specialmente nei loggiati aperti.

Le caverne hanno una fauna entomologica loro propria, e le specie che le abitano sono per la più gran parte mancanti d'occhi, oppure li hanno modificati o imperfetti. Il primo insetto cavernicolo fu scoperto nel 1831 in Carinzia, in seguito, e specialmente in questi ultimi anni, se ne trovarono molti altri.

Insieme agl'insetti si scopersero pure crostacei, aracnidi e miriapodi; anch'essi con organi visivi mancanti o ridotti. Soltanto d'Europa si conoscono attualmente circa 130 specie di coleotteri, 3 d'ortotteri, 30 d'aracnidi, 4 di miriapodi abitanti le grotte. Ma non tutte le grotte sono popolate di insetti cavernicoli.

Fino ad oggi si osservarono quasi tutti in quelle dei terreni calcari e dotate di una certa umidità.

Vi si rinvengono quasi in tutto il corso dell'anno, perchè in grazia dell'uguaglianza di temperatura, le loro generazioni non subiscono intervalli. In generale gl'insetti cavernicoli, oltre la riduzione o la totale scomparsa degli organi visivi, hanno un colore sbiadito, testaceo e le estremità allungate e gracili. Alcune specie camminano sulla superficie del suolo o sulle pareti; il più gran numero abita sotto le pietre e alcuni stanno nascosti fra lo sterco dei pipistrelli o nel fanghiccio umido che cuopre il suolo. Il miglior metodo per raccoglierli è quello di deporre nella grotta sostanze animali in decomposizione, pezzetti di carne putrida ed anche di formaggio, per visitarli il giorno seguente. Per illuminare la caverna si è adottato da taluni il filo di magnesio, però una lanterna ad occhio di bue serve ugualmente, se non meglio, perchè non abbarbaglia l'occhio del cacciatore. Pare che la fauna speciale delle caverne si limiti a due centri principali, cioè i Pirenei e le Alpi, e scompaia al sud. Fuori di Europa si riscontra agli Stati Uniti d'America, precisamente in posti situati sotto le stesse latitudini delle due catene di montagne accennate.

I detriti vegetali depositati sulle rive d'un fiume che ha straripato, forniscono un eccellente bottino al raccoglitore. Quando il letto descrive molte curve ed in corrispondenza di esse esistono terreni bassi con arbusti, questi interrompono il corso delle acque ed accolgono fra le loro radici o fra i rami cumuli di detriti che brulicano di

Nevrotteri, imenotteri, ditteri. — Si raccolgono tutti col retino da farfalle, che è come quello da falciare, ma invece d'avere il sacco di tela forte, lo ha di un tessuto sottile e trasparente. I nevrotteri sono in generale buoni volatori e stanno per lo più vicino alle acque; le termiti appartengono a quest'ordine e vivono in colonie che abbondano sopratutto nei paesi equatoriali, ove riescono dannosissime. La regina di queste colonie è assai rimarchevole per il suo addome, che è enormemente sviluppato in proporzione delle altre parti del corpo.

Il più gran numero d'imenotteri si raccoglie sui fiori, specialmente nelle ore calde della giornata e nei luoghi molto soleggiati; alcuni si vedono uscire dai tronchi abbattuti, altri si scavano fori nel suolo. Vi sono specie che depongono le loro uova nelle larve dei lepidotteri e accade sovente che educando queste per ottenerne le farfalle, vediamo comparire invece piccoli imenotteri. Lo stesso fanno anche certi ditteri. Falciando le erbe e i prati fioriti, faremo buona preda sopra tutto di piccole specie. Una famiglia di imenotteri (*Cynips*, ecc.) produce per mezzo d'una puntura, certe escrescenze sulle foglie e sui rami, che si chiamano galle. Se queste si raccolgono e si conservano chiuse in sacchetti di mussola, facilmente si ottengono buone specie.

Anche i ditteri li prendiamo spesso sulle piante; molti sullo sterco, sui cadaveri, sulle sostanze in fermentazione, sul tronco degli alberi che lasciano scolare dei succhi, e sopratutto sugli spadici delle palme, dalle quali si estrae il vino di palma. Questi ordini ordinariamente sono trascurati dai viaggiatori, perchè la loro conservazione è meno facile di quella dei coleotteri; appunto per ciò è molto da raccomandarsi che si abbiano in speciale considerazione e che se ne raccolga una grande quantità.

Le formiche presentano molto interesse, sia per la varietà grandissima delle loro forme, sia per il loro modo di nidificare e i loro costumi. Sarebbe troppo lungo l'enumerare le differenti specie di formicai, ma per chi ha visto soltanto quelli che siamo soliti incontrare nei nostri paesi, sarà bene rammentare che i *Cremastogaster* esotici appiccicano i loro nidi agli alberi e che le operaie dell'*Eciton hamatum* si sospendono ad un ramo in densa massa come uno sciame d'api ed in quel nido vivente educano le loro larve. Alcune formiche conducono una vita sotterranea, scavandosi profonde gallerie, e fra queste vi sono anche specie cieche.

Lepidotteri. — La caccia alle farfalle si fonda particolarmente sull'uso del retino; però non tutte le specie volano di giorno, e neppure bisogna contentarsi di quelle sole che ci capitano sott'occhio senza che le cerchiamo. Alcune volano nei prati, lungo i ruscelli, nelle foreste, nei giardini o nei deserti, altre stanno immobili sui tronchi, sui

muri, sotto le foglie ed anche fra i muschi e le foglie secche. Occorre un'attenzione particolare per le specie piccolissime; alcune possono essere prese colle pinze a rachetta, altre col mezzo di piccole scatolette di cartone col coperchio portante un cristallo. Si applica la scatoletta sulla farfalla, la quale d'ordinario vola subito verso il vetro, si passa sotto il coperchio e poi si lascia cadere nella scatola una goccia di cloroformio, di etere o di nitrito d'amile. Allora l'insetto può essere punto con spille finissime o meglio con un pezzetto di filo di platino estremamente fino.

Colla lanterna, alla notte, si attirano innumerevoli farfalle notturne, ed è da consigliarsi anche l'uso di qualche esca, come il miele e sopratutto i pomi bagnati d'etere. È molto proficua la raccolta dei bozzoli e l'educazione delle larve, perchè sì dagli uni che dalle altre possiamo ottenere esemplari di farfalle in ottimo stato, mentre quelli presi col retino in campagna hanno alle volte, per il lungo volare, le ali logore o disquamate. Quando si riesce ad allevare una famiglia di farfalle, conviene mettere una delle larve nell'alcool, indicando la pianta di cui si nutre e ripetendo sul cartellino il numero della farfalla a cui si riferisce.

Emitteri. — Fra gli emitteri vi sono famiglie che vivono nelle acque stagnanti o nei laghetti poco profondi, a fondo sabbioso e soleggiati; alcuni passeggiano sulla superficie delle acque (*Hydrometra*); altri abitano sotto i ciottoli del margine dei ruscelli e torrenti. Gli *Halobates* vivono nell'Oceano ad enormi distanze da qualunque terra, e camminano sulla superficie del mare come fanno le *Hydrometra* dei nostri stagni; questi insetti sono sparsi lungo la zona tropicale in tutti i mari. Ricchissimi di emitteri sono i luoghi paludosi e i prati umidi, con vegetazione di graminacee, ciperacee, juncaginee, ecc.; in queste condizioni gioverà molto il falciare, il cercare ai piedi delle piante o sotto gli strati d'erbe morte e ammonticchiate. Anche nei prati asciutti e nei luoghi aridi e sabbiosi, sotto i cespiti delle piante si farà buona caccia, come pure battendo le siepi fiorite e i cespugli. Dovremo anche osservare fra le screpolature delle grosse corteccie, sotto i muschi, sotto gli ammassi di foglie secche, sotto le pietre e nei detriti, come si fa pei coleotteri. Alcune specie stanno nei nidi dei pipistrelli e delle rondini e nei colombai (*Acanthia*).

Gli afidi, noti volgarmente col nome di pidocchi delle piante, sono molto dannosi alla vegetazione e si può dire che ogni specie di pianta ha la sua specie particolare di afidi. È appunto a questa famiglia che spetta la ormai troppo famosa *Phylloxera vastatrix*. Si sa che le formiche hanno una grande predilezione per gli afidi e che li carezzano per ottenere da certi loro apparecchi, detti nettarî, un umore dolce. Quindi

la frequenza delle formiche sopra una pianta ci rivelerà la presenza degli afidi.

Un'altra famiglia interessante è quella dei coccidi, che vive a danno delle piante fruttifere ed invade anche le nostre piante da fiore nei giardini e nelle stufe. Le piantagioni di zucchero alle isole della Riunione e Maurizio ed anche al Brasile sono attaccate da una specie di *Coccus*, quelle di caffè a Ceylan ed al Brasile dal *Lecanium coffeae*. D'altra parte alcune specie di questa famiglia danno un buon contingente all'industria, somministrandoci varie materie per la tintura, come per esempio la cocciniglia (*Coccus cacti*), una qualità di cera (*Coccus ceriferus* della Cina) o delle resine (*Coccus lacca*). I maschi dei coccidi allo stato adulto sono tanto differenti dalle femmine, che spesso si è stati tentati di considerarli come insetti di altri ordini. Nell'età giovane i due sessi sono identici. La femmina nell'età avanzata assume anche una forma differentissima da quella che aveva prima. Il maschio allo stato adulto è alato e ha due sole ali come un dittero. Quasi tutte le specie di questa famiglia secernono una materia più o meno farinosa o cerosa. Alcuni generi offrono la particolarità, che le femmine e i maschi allo stato adulto sono protetti da una specie di corazza a forma di scudo, che li fa rassomigliare a piccole tartarughe aderenti agli steli e alle foglie.

Non mancano d'interesse gl'insetti che vivono parassiti sugli uccelli e sui mammiferi, alcuni succhiando il loro sangue, altri nutrendosi dei loro integumenti. Ogni specie ha, si può dire, un parassita particolare. È naturale che si debba, nel raccogliere questi insetti, tener conto scrupolosamente del nome dell'animale sul quale sono stati presi.

Raccolti gli insetti, prima di tutto ci si presenta la questione di sapere in qual modo si debbano far morire.

I coleotteri che non sono pelosi nè polverosi, si possono immergere nello spirito, ed ogni cacciatore dovrà averne in una boccetta o meglio in recipienti cilindrici fatti a guisa di tubo. Occorre ricordare che certi coleotteri resistono molto allo spirito, e se si è troppo solleciti nel ritirarneli è possibile che siano in uno stato di morte apparente e che dopo qualche tempo ritornino in vita. Possiamo uccidere i coleotteri in boccette preparate con cianuro di potassio. All'uopo si prendono piccoli pezzetti di questa sostanza e si avvolgono in un po' di cotone che si mette in fondo al recipiente. Il cotone si copre con un poco di carta i cui lembi saranno ingommati intorno alle pareti; in tal modo si impedisce che gli insetti vadano a nascondersi nel cotone, dal quale sarebbe difficile staccarli senza danneggiare le estremità che vi son ri-

maste impigliate. Il cotone col cianuro di potassio si potrebbe anche fissare al turacciolo. Questo deve chiuder bene e ogni volta che si apre la boccetta per introdurvi una preda conviene turarla rapidamente per evitare l'evaporazione che diminuirebbe l'effetto del veleno. Conviene che gli insetti soggiornino pochissimo tempo in queste condizioni, perchè l'umidità che si produce a causa del cianuro di potassio, potrebbe pregiudicarli. Per le specie più piccole e più delicate basta molte volte mettere nel tubo alcune striscioline di carta inzuppata di benzina o di nitrito d'amile.

Gli esemplari che non si possono mettere nello spirito, si pungono cogli spilli, e quando sono piantati nella scatola che deve contenerli, si uccideranno fissando con uno spillo in un angolo di questa un po' di cotone contenente cianuro di potassio, oppure un pezzetto di spugna imbevuta di nitrito d'amile o di un miscuglio di alcool rettificato e di etere solforico a parti uguali. Gli individui devono esser lontani l'uno dall'altro, perchè non si possano danneggiare a vicenda colle mandibole o cogli uncini dei tarsi. Un altro sistema d'uccisione consiste nel mettere l'insetto punto collo spillo sotto un bicchiere esposto ai raggi del sole affinchè si scaldi. Le specie che non soffrono stando immerse nell'alcool possono essere mantenute in questo liquido anche per un tempo abbastanza lungo, avvertendo di rinnovarlo dopo alcuni giorni quando comincia ad essere colorato.

È bene che le boccette cogli insetti siano piene, per cui essi non possano muovere molto; che le specie molto minute siano in recipienti separati e bisogna sopratutto fare attenzione di non mescolare specie a colori delicati con quelle che trasudano liquidi o che in qualunque modo colorano molto lo spirito.

Le specie che non si conservano nello spirito, potranno mettersi in cartoccini di carta, se sono di una statura discreta, oppure, se son piccoli, nella segatura di legno molto asciutta; ma prima è indispensabile esser certi che siano ben secchi.

È difficile che il viaggiatore abbia tempo di far subire alle sue raccolte quelle preparazioni che si praticano quando si ordinano sistematicamente nei musei. L'obbligo che gli incombe è di procurare oggetti in buono stato di conservazione, riservandone la preparazione accurata a coloro che ne sono specialmente incaricati e che hanno il tempo di farlo. Alle volte però alcune specie, o troppo delicate, o soggette ad essere alterate dallo spirito perchè molto pelose o squamulose, meritano d'essere preparate cogli spilli. I coleotteri devono essere punti sull'elitro destro, in modo che lo spillo faccia un angolo retto coll'asse longitudinale del corpo e che la punta di esso passi fra il secondo e il terzo paio di zampe. Lo spillo dev'essere proporzionato alla mole dell'insetto. Ciò

basta, in generale, per la loro preparazione, giacchè messi poi in una scatola, con fondo di sughero, chiusa ermeticamente (dopo che sono ben disseccati) e mantenuta in un luogo asciutto, si conserveranno bene. Per alcune specie di una mole veramente straordinaria potrebbe essere prudente di vuotare la cavità addominale al disotto di un elitro. Le specie di piccola statura non si devono pungere, ma attaccare con un poco di gomma sopra un pezzetto rettangolare di carta resistente (cartoncino da biglietto di visita) che sarà sostenuto da uno spillo. Si può adoperare una soluzione di gomma arabica a cui sia aggiunto un pochino di zucchero, per aumentarne la tenacità, e piccole dosi di sublimato corrosivo e di acido fenico.

Gli ortotteri appena raccolti si possono immergere tutti nell'alcool per farli morire. La loro preparazione a secco non è molto da consigliarsi, perchè sono in generale insetti di grande statura, molto più fragili dei coleotteri, ed esigono, per esser bene preparati, manualità lunghe e pazienti. Eccettuate poche specie a integumenti coriacei, hanno un corpo molle, che disseccando perde la sua forma; perciò è preferibile conservarli sempre nello spirito. È vero che esso altera i loro colori, ma le forme si conservano benissimo e gli esemplari si prestano meglio ad essere studiati. Quando però si voglia conservarli a secco, si devono pungere sul torace, dopo averne vuotato l'addome. Ciò si ottiene facendo un'incisione mediana longitudinale sulla parte inferiore di questa regione ed estraendo i visceri con una pinzetta; nella parte vuotata si introduce un pezzo di carta asciugante arrotolata, che si rinnova finchè è necessario. Si riempie quindi l'addome di cotone che si potrà spalmare con sapone arsenicale.

I nevrotteri e gli imenotteri, come tutti gli insetti ad ali membranose, non devono essere nè uccisi mediante lo spirito, nè conservati in questo liquido. Tanto gli uni che gli altri si pungono in mezzo al torace. Molti degli imenotteri sono armati di pungiglione e producono con esso punture talvolta assai dolorose; perciò è necessario avere un apparecchio speciale per poterli attraversare collo spillo senza essere punzecchiati. Consiste in due specie di *rachette*, con una rete metallica molto fina oppure un *tulle*, articolate insieme come una pinza a medicazione. L'imenottero preso fra le due superficie di rete o di tulle, rimane immobile e può essere trafitto dallo spillo senza aver bisogno di afferrarlo colle dita. Le operaie delle formiche potranno conservarsi nello spirito, e si deve aver cura di apporvi un'indicazione che corrisponda a quella che hanno i maschi e le femmine punti nelle scatole, allo scopo di ricordare ch'essi appartengono alla stessa specie e alla stessa colonia. Fra i nevrotteri vi sono specie di grossa statura che occuperebbero un posto troppo grande nelle scatole se fossero preparate cogli spilli; queste si

possono conservare come i lepidotteri, col sistema dei cartocci di carta, o *papillotes*, che verrà indicato fra poco.

Per uccidere le farfalle, se sono d'una statura mediocre, basta comprimere leggermente il torace fra il pollice e l'indice; bisogna però aver cura di non schiacciarlo troppo, altrimenti l'articolazione delle ali non funziona più e la preparazione riesce difficile ed imperfetta. Si può anche far entrare l'individuo racchiuso nella rete (quando la statura lo permetta) in una boccetta, il di cui turacciolo porti una pallottola di cotone imbevuta di cloroformio. In questo modo esso muore senza perdere le squamette. Le più grosse si possono pungere con uno spillo immerso nella nicotina. Anche la benzina o il nitrito d'amile servono qualche volta per farle morire. Talvolta si ricorre ad un mezzo più efficace: attraversato il torace con uno spillo lungo e tenendone la punta colla pinzetta, si fa arroventare alla fiamma la capocchia. In questa operazione bisogna aver l'avvertenza di proteggere le ali e le antenne con un pezzo di carta, affinchè non si accostino alla fiamma. Le ali dei lepidotteri sono cosparse di squamette molto fugaci, per cui sotto uno sfregamento anche leggero possono rimanere danneggiate; è necessario perciò di maneggiarli con delicatezza. Il modo più comodo e più sicuro per il trasporto dei lepidotteri è quello dei cartocci o *papillotes*. Si fanno con carta non molto resistente; se ne prende un pezzo di forma rettangolare, si ripiega nel senso della diagonale; alla parte ripiegata si fa subire la stessa operazione, così si ottiene una specie di cappuccio triangolare, che si deve chiudere ripiegandovi sopra la porzione che era rimasta distesa. Preso il lepidottero e adagiate le sue ali una sull'altra, si introduce in questo cartoccio e vi si chiude.

Tutti i ditteri si conservano a secco pungendoli nel mezzo del torace. Alcune specie delicatissime devono esser punte sul posto; le piccole che devono essere attaccate sulla carta, quando siano uccise per mezzo del cianuro di potassio, si mettono in piccoli tubetti asciutti e si preparano a casa.

Gli emitteri sono molto delicati e non devono uccidersi coll'alcool. Le specie di maggiore statura si fanno morire col cianuro di potassio; le piccole è preferibile tenerle separate in tubi e portarle a casa, ove si uccideranno con benzina od anche con cianuro di potassio, avendo cura però di mantenerle per pochissimo tempo nei recipienti preparati con quest'ultima sostanza. Gli emitteri si pungono sullo scudetto; le specie mezzane e piccole si attaccano sul cartoncino. In casi eccezionali, non potendo usare tutte queste precauzioni, anche conservati nello spirito, la più gran parte di essi sarà ancora utilizzabile. La conservazione e preparazione degli afidi merita un cenno speciale. Appena scopertane una colonia, bisognerà assicurarsi degli individui alati, indi raccogliere

gli apteri. Si mettono tutti insieme in una scatolina, aggiungendovi pezzetti di foglia della pianta su cui sono stati raccolti. La scatolina porta un numero che corrisponde al giornale di caccia, dove è notata la località, la data e il nome della pianta. In ogni scatolina non dev'essere messa che una sola specie. Tanto gli individui apteri che gli alati si metteranno poi nello spirito ed ogni specie in un tubetto. Lo spirito altera le loro tinte, per cui interessa farne un disegno colorito prima di immergerveli. Sarebbe affatto inutile conservare gli afidi a secco, perchè la loro forma generale e quella di certe parti (tubercoli, nettarii) si altererebbero in modo che non sarebbero più riconoscibili.

I parassiti degli uccelli e dei mammiferi devono conservarsi nello spirito; ogni specie va isolata in un tubetto, coll'indicazione esatta dell'animale sul quale viveva.

Per il trasporto o la spedizione delle collezioni entomologiche bisognerà usare molte cure, perchè alle volte una semplice inavvertenza può mandare in rovina il frutto delle nostre fatiche. Pei materiali in alcool la forma dei recipienti da prediligersi è quella dei tubi che possono avere per esempio la lunghezza di dieci centimetri ed il diametro di due, od essere anche più grandi. Si abbia la precauzione di mettere del cotone in fondo al tubo ed anche in cima al disotto del turacciolo. Con ciò si eviterà che il contenuto si spanda, se per avventura il fondo del tubo si rompesse o il turacciolo escisse da posto. Per le specie di grossa mole si adopereranno o boccette più grandi o scatole di latta da saldare. Una precauzione da non dimenticar mai è quella di non riunire specie moltò grosse colle piccole e tanto meno di mettere assieme gli insetti, per esempio, coi rettili o con altri animali di maggiori dimensioni. Al disopra degli insetti converrà mettere un po' di cotone per impedire che siano scossi. I tubi, ben turati (1) saranno imballati con canape, cotone o qualunque altra sostanza adattata a questo scopo, dentro scatole di latta che bisogna saldare. Anche le scatolette contenenti insetti a secco nella segatura o in cartocci, dovranno alla loro volta esser messe in cassette di latta. Quanto agli insetti punti bisognerà aver cura che gli spilli siano ben fissati sul fondo, affinchè, durante il viaggio, non si stacchino esemplari e rovinino gli altri rotolando nella scatola. Per maggior cautela conviene assicurare le specie di grossa statura con qualche spillo fissato ai loro lati. Il fondo della scatola dev'essere preferibilmente di sughero, dell'altezza di un centi-

(1) È un grosso errore quello di chiudere colla ceralacca i tubi o le boccette contenenti collezioni in alcool, perchè questo liquido scioglie le resine, quindi la ceralacca ridottá in poltiglia può imbrattare l'imboccatura del recipiente e il contenuto.

metro e mezzo almeno. I fondi di agave, di midollo di sambuco o di altre sostanze analoghe non si prestano per le scatole da invii. Per fissare gli spilli sul fondo si adoperano pinze speciali ricurvate all'estremità e coll'apice delle branche crenulato per far presa sullo spillo. La scatola dovrà essere ben chiusa e messa dentro ad un'altra, frapponendo un imballaggio molto soffice. I cartocci dei lepidotteri, disposti l'uno sull'altro in scatolette di latta, occuperanno pochissimo posto e il loro contenuto sarà al sicuro delle rotture. Non occorre dire che gli esemplari, prima di essere rinchiusi, dovranno essere perfettamente disseccati. La scatola di latta si salda dopo avervi introdotto qualche poco di naftalina e facendo attenzione che al momento della chiusura anche l'atmosfera sia secca.

Le collezioni entomologiche a secco sono soggette a molti pericoli da parte di alcuni insetti e della muffa. Sotto i tropici si hanno a temere particolarmente le formiche e le termiti; se un'orda di questi vandali riesce ad invadere una raccolta, in breve viene distrutta. Certi insetti, come gli *Anthrenus*, sono nemici acerrimi delle collezioni, perchè, allo stato di larva, ne fanno loro nutrimento. Per combatterli si adoperano varie sostanze, come benzina, acido fenico, naftalina, olio di cajaputi, canfora. La muffa danneggia molto le raccolte, specialmente nei paesi equatoriali. Contro di essa si può far uso del cloruro di calcio e sopratutto bisogna evitare le cause che ne favoriscono lo sviluppo, avendo cura di adoperare scatole preferibilmente di latta, che chiudano bene e conservarle nei luoghi più asciutti.

B. Aracnidi.

Gli aracnidi, cioè i ragni e gli scorpioni, si può dire che si trovano dapertutto. Vi sono specie che stanno sulle foglie o sui fiori, altre sotto le pietre o sotto le foglie ammonticchiate; molte le troveremo nelle nostre case, negli angoli o nelle fenditure delle pareti. Le licose o le tarantole, di cui le femmine portano sotto il ventre il sacco delle uova, passeggiano rapidamente per terra, altri preferiscono i tronchi, i muri, le pietre; altri si nascondono fra i muschi e i detriti, nei luoghi umidi, e i migalidi si scavano una buca profonda tubulare, coll'apertura protetta da un coperchio a cerniera. Le specie che costruiscono una tela fra gli alberi o fra i cespugli (*Epeira*) sono facili ad essere scoperte. In questa famiglia i maschi sono più rari delle femmine, più piccoli, diversamente colorati e conformati. Possiamo anche far raccolta di ragni nei nidi di certi imenotteri (*Pelopaeus*) che ne fanno provvista pel nutrimento dei loro piccoli. Essi, nell'atto di rapirli, li pungono in modo che rimangono paralizzati, cosicchè possono continuare a vivere senza poter fuggire.

Gli scorpioni meritano speciale attenzione e si trovano sotto le pietre, sotto le foglie cadute, sotto le corteccie degli alberi o nelle fenditure delle roccie.

Vi sono poi gli opilionidi, riconoscibili in generale per i piedi molto allungati e sottili e per le loro forme bizzarre, e questi per lo più abitano i fiori o passeggiano fra le erbe.

Relativamente al modo di raccogliere gli aracnidi, dirò che essi hanno il vantaggio sugli insetti di non volare; perciò sarà più facile catturarli. Il più gran numero di specie si potrà prendere colle dita e gettare immediatamente in una boccetta con alcool. Colla rete, falciando sulle erbe, si potrà far buona caccia e le specie che vivono fra i cespugli si otterranno facilmente coll'ombrello, o colla tovaglia, come abbiamo visto praticarsi pei coleotteri.

Per la conservazione l'unico mezzo adottabile è quello dell'alcool. Il riunire nella stessa boccetta le specie grandi colle piccole non è tanto dannoso quanto si può credere; anzi si potrebbe dire che le piccole specie servono a riempiere i vuoti e a formare un insieme meno soggetto a scosse; però, quando vi sia una sproporzione enorme, è meglio separarle. La separazione è poi affatto necessaria quando si tratta di specie delicatissime, come sarebbero per esempio gli opilionidi. La boccetta se non è piena bisogna completarla, affinchè il contenuto non si scuota quando il recipiente vien mosso, e questo si può fare con pezzetti di carta molle, convenientemente disposti. Quando si hanno da prendere specie di grande statura, o scorpioni, la cui puntura è dannosa, si può adoperare una pinzetta a branche flessibili.

Si vede chiaramente, dalle poche cose espòste, come il raccogliere e il conservare gli aracnidi sia cosa facile; nelle regioni tropicali un indigeno intelligente potrebbe radunare in un solo giorno qualche centinaio di aracnidi, quando avesse alcune boccette con alcool. L'abbondantissima raccolta fatta dal dottor Beccari in Amboina nello spazio di due o tre giorni si deve appunto all'opera di alcuni ragazzi nativi.

Per premunirsi contro le specie velenose, sopratutto delle grosse specie di scorpioni che abitano i tropici, il raccoglitore avrà con sè una boccetta d'ammoniaca per applicare immediatamente questo antidoto sulla parte lesa.

Sarà importante qualche nota sui colori, tanto più che nell'alcool essi possono subire alterazioni, come pure sui costumi. Il modo nel quale gli aracnidi provvedono alla conservazione delle uova ed allo sviluppo dei piccoli non deve passare inosservato. I loro nidi sono specie di bozzòli molto variabili non solo nella forma, ma anche nel tessuto. Ora sono fissati agli steli, alle foglie o alle infiorescenze delle piante,

ora attaccati alla stessa tela fabbricata dal ragno, ora aderenti alla superficie inferiore delle pietre, ora nascosti nei crepacci dei muri, ora nelle foglie accartocciate. Alcune specie, come le licose, portano il loro bozzolo con sè ed i piccoli quando escono dall'uovo compiono la prima muta sul dorso della madre.

C. Crostacei.

I crostacei vivono generalmente nell'acqua e respirano per mezzo di branchie; ma alcune specie campano in condizioni normali nell'aria. Molti sono galleggianti nelle acque dolci o marine, o vivono come parassiti nel corpo degli animali. I crostacei galleggianti sono per lo più individui giovani o larve. Abbondano per esempio nell'Oceano i *Phyllosoma*, i quali sono larve di aragoste, quantunque presentino forme differentissime da quelle dell'animale allo stato perfetto. I paguri ed altri crostacei che hanno la parte posteriore del corpo molle, senza essere propriamente parassiti, sogliono annidarsi nell'interno di conchiglie univalvi vuote e traggono seco la propria abitazione nei fondi marini e nelle spiaggie, finchè non sia giunto il tempo di mutarla con una più ampia. Altri invece sono veramente parassiti di certi molluschi, come i *Pinnotheres* che vivono fra i lobi del mantello delle conchiglie dei lamellibranchi.

Fra i crostacei parassiti alcune specie vivono aderenti alle arcate branchiali dei pesci (*Brachiella ramosa*, parassita del pesce spada), altre nei seni e canali mucosi della testa (*Philichthys fiatolae* parassita dello *Stromateus fiatola*).

I crostacei dell'ordine dei cirripedi diversificano da tutti gli altri per varie importanti particolarità, e segnatamente perchè nel primo stadio della loro vita sono dotati di locomozione e provvisti d'occhi, mentre più tardi sono ciechi e aderiscono ai corpi sommersi, come scogli, madrepore, conchiglie, pesci, testuggini, cetacei.

I picnogonidi, classificati da alcuni autori fra gli aracnidi, vivono nelle acque del mare, lungo le coste, sulle alghe, sui polipi, sui fuchi e generalmente a pochissima profondità.

I crostacei si raccolgono per mezzo di reti, di rastelli od anche con apposite pinzette, quando si tratti di specie molto robuste e voluminose, poi si introducono nell'alcool. Quanto ai cirripedi, è bene di lasciar attaccato a ciascun esemplare un frammento del corpo cui aderiva. La draga può somministrarci qualche crostaceo, ma più di essa la sciabica di fondo (gàngano), che si adopera per prendere il pesce e che scorrendo sul fondo trascina seco alghe e un'infinità di animali marini. Un altro mezzo di ricerca si pratica con certe nasse intessute di filo

metallico che si mantengono sommerse con un peso a date profondità e si addescano con pesce o carne imputridita.

Per conservarli durante il viaggio sarà bene cambiar varie volte lo spirito, indi metterli in cassette di latta che devono essere saldate. I più piccoli esemplari debbono porsi in tubetti, come si è detto per gli insetti, i più grandi si avvolgono in tela e si depongono nelle scatole, a strati separati da cotone o canape. Molte specie si scolorano nello spirito e chi abbia il desiderio di mantenere i loro colori potrà conservarle a secco; però è sempre preferibile che si serbino nello spirito, ad onta di questo inconveniente. Il sistema di conservazione a secco si limita alle specie di una certa mole; si separa la coda dal torace, si tolgono i visceri dal dermatoscheletro (per mezzo di una pinza od altro istrumento), si vuotano e si puliscono le zampe, poi si lava ogni pezzo nell'acqua dolce e si fa asciugare all'ombra, dopo averlo spalmato con arseniato di soda. Owen propone per conservare i crostacei l'uso di una vernice preservativa che si compone nel modo seguente: si sciolgono 100 grammi di gomma arabica e 6 grammi di gomma adragante in un litro e mezzo d'acqua, vi si aggiungono 100 grammi d'alcool con 20 goccie d'olio di lino e 1 o 3 grammi di bicloruro di mercurio. La parte più liquida servirà di vernice, la parte più densa si adoprerà come mastice.

Quasi sempre i crostacei nascono con forme diverse da quelle che assumono poi nello stato adulto. Lo studio delle loro metamorfosi è sommamente interessante pel naturalista, sopratutto quando si tratta di specie parassite. Le metamorfosi sono talvolta progressive, talvolta regressive.

Si raccomanda specialmente ai viaggiatori la raccolta dei limuli delle Molucche e dell'Arcipelago indiano, dei granchi giganteschi del Giappone, dei granchi d'acqua dolce dei paesi caldi, delle piccole specie di crostacei ciechi viventi nelle tenebre delle caverne.

I crostacei terrestri (*Oniscus*, *Porcellio*, ecc.) stanno sotto le scorze degli alberi, sotto le pietre o sotto le foglie secche. Essi devono esser conservati nello spirito.

D. Miriapodi.

I miriapodi in generale sono piccoli di statura nei nostri paesi, ma nelle regioni tropicali raggiungono dimensioni ragguardevoli. Sono nemici della luce e si trovano sotto le pietre, sotto le corteccie o sotto le foglie cadute; però talvolta dopo le pioggie, essendo molto amanti dell'umidità, escono dai loro nascondigli e passeggiano sui tronchi e sui muri. Le specie a forma appiattita, come le scolopendre, innoculano

colle loro mandibole una secrezione velenosa, cosicchè conviene prenderli con una pinzetta; quelli a forma cilindrica, come gli *Julus*, si possono raccogliere impunemente colle mani. Alcune specie stanno profondamente nel suolo (*Geophilus*) e sono fosforescenti. È importante di tener conto di questo fatto per fare in proposito osservazioni che potrebbero offrire molto interesse.

I miriapodi si devono conservare tutti nello spirito. È bene di farli morire in modo che il loro corpo rimanga disteso e non rotolato, affinchè colui che deve esaminarli, per oggetto di studio, possa farlo più facilmente e senza rischio di romperli. Molti sono fragilissimi ed i loro segmenti si staccano facilmente l'uno dall'altro; per questo motivo sarà ottimo sistema di conservare ogni esemplare in un tubetto separato e in tal modo si otterrà il doppio vantaggio di evitarne la rottura e di conservarli in un buon atteggiamento. Quando il tempo è umido non sarà raro di incontrare riuniti i maschi colle femmine. In questo caso non bisognerà dimenticare di conservarli nello stesso recipiente o almeno di contradistinguerli in modo particolare.

Il viaggiatore dovrà fissarsi in mente che *le raccolte senza indicazione esatta e dettagliata della loro provenienza non hanno alcun valore*. Ogni boccetta, ogni tubo, ogni scatola non deve mancare di cartellino e su questo sarà notata la località, la data della raccolta e il nome del raccoglitore. Le indicazioni di Uruguay, Antille, Molucche, Giappone e via dicendo sono insufficienti, ed è necessario conoscere precisamente non solo la regione, ma il punto di questa ove la specie è stata raccolta. In caso di insetti monticoli è utile notare l'elevazione sul livello del mare del punto in cui sono stati incontrati. Il nome delle piante abitate, come pure le osservazioni relative ai costumi od altro, potranno essere registrati in apposito giornale di caccia, riferendosi al numero del cartellino.

Quando si tratta di collezioni in alcool non bisogna fidarsi di attaccare un cartellino esternamente sul vaso ove sono contenuti, ma metterlo nell'alcool insieme agli animali. I cartellini in pergamena (sulla quale si scrive con inchiostro comune) rischiano di cancellarsi dopo essere stati lungo tempo nello spirito. Però se l'inchiostro si è lasciato ben seccare e si è avuta l'avvertenza di scrivere dal lato della cartapecora che non è liscio, lo scritto sarà leggibile per più lungo tempo ed alle volte anche assolutamente indelebile. Ad ogni modo è preferibile adoperare una lamina sottile d'ottone, sulla quale si imprimono molto facilmente i caratteri con una punta di ferro. Pei lepidotteri, le varie indicazioni si potranno scrivere sopra ciascuno dei cartocci.

Osservazioni. — Un raccoglitore che sul principio avrà messo le mani soltanto sulle forme più vistose, a colori più vivaci, e su quelle la cui ricerca è più facile, a poco a poco si persuaderà che è utile il raccogliere le piccole, anche le più modeste, e si adoprerà a mettere in pratica tutte le astuzie per rintracciare quelle che stanno più nascoste, giacchè l'esperienza gli avrà dimostrato che fra queste si possono trovare novità importanti per lo studio dell' entomologia. Egli non si contenterà più d'essere soltanto un cacciatore, ma diventerà un osservatore, e comincierà ad intendere come gli insetti non si raccolgano solo per metterli in una scatola tutti in fila col loro cartellino, ma anche per istudiare i loro costumi, i loro rapporti colle piante e cogli altri animali, l'utilità e i danni che possono arrecare e via dicendo. Egli dovrà fissare particolarmente la sua attenzione sopra certi punti, per esempio tener conto delle differenze fra i maschi e le femmine. In molti insetti i due sessi sono somigliantissimi fra loro a prima vista e per distinguerli bisogna praticare un esame minuzioso; in alcuni casi invece vi sono differenze di statura, di colore e di forma. Le femmine talvolta sono senza ali, mentre i maschi sono alati; talvolta il colore delle ali diversifica nei due sessi; varia pure la forma delle antenne, delle gambe, delle appendici del capo e del torace, delle mandibole; in certi ditteri (tabanidi) gli occhi differiscono nella grandezza, nei *Culex* (zanzare) e nelle *Tipulae* è la forma delle antenne che varia. Tante volte cambia la forma dell'ultimo segmento addominale. Le differenze fra maschio e femmina sono specialmente enormi in certe farfalle, e si sono descritti molte volte come specie diverse due sessi di una stessa specie. In certi aracnidi, per esempio le *Nephila* delle Molucche, ecc., le femmine sono di statura assai grande e i maschi estremamente piccoli. Il raccoglitore sarà in condizioni migliori di qualunque altra persona per verificare le differenze sessuali, ed ogni volta che troverà gl'insetti accoppiati non dovrà trascurare di tenerne nota. Trattandosi di insetti non molto grandi potrà pungerli collo stesso spillo; in caso contrario metterli da vicino nella scatola, oppure distinguerli con un segno particolare. Sarà importante di sapere sopra quale pianta l'insetto è stato raccolto e su che parte di essa.

L'osservazione deve essere anche diretta sul fenomeno così detto delle rassomiglianze protettrici, o mimismo protettivo, di cui la classe degli insetti offre gli esempi più rimarchevoli, e tener nota di tutti i casi incontrati. Gli insetti hanno colori e forme per cui talvolta si distinguono con molta difficoltà dal mezzo in cui si trovano. Alcuni presentano sui loro integumenti certe rugosità da simulare precisamente la scorza dei rami o dei tronchi su cui stanno; alcuni somigliano a semi di piante; altri ad escrementi di larve; ve ne sono di forma emisferica, ma-

dreperlacei, che rammentano le gocciole di rugiada sulle foglie. Certe specie che abitano i luoghi erbosi, sono d'un bel verde, altre, che preferiscono le sabbie, hanno tinte leggermente bronzate, in modo che è difficile scorgerle. Molti dei curculionidi all'avvicinarsi d'un oggetto si lasciano cascare dalla foglia sulla quale sono posati, ripiegano le zampe e le antenne, allogandole in certe cavità destinate a quest'uopo, e diventano una massa ovale che assai difficilmente si può discernere in mezzo ai piccoli sassolini del suolo. Vi sono farfalle che offrono nelle ali molta somiglianza colle foglie secche, e questo lo vediamo poi in un modo marcatissimo negli ortotteri, dei quali alcuni imitano molto fedelmente le foglie verdi, ed altri, a forma allungata e a superficie bernoccoluta o rugosa, somigliano a rami disseccati.

Gli insetti non sono soltanto protetti dal loro colore o dalla loro forma; alcuni esalano odori disgustosi, altri, come i *Brachinus*, lanciano un liquido volatile, accompagnando il getto con un rumore assai distinto.

Oltre a questo, osserviamo che specie di diversi ordini e di diverse classi talvolta somigliano fra loro in modo da essere confusi. Così abbiamo coleotteri, emitteri e aracnidi che imitano in un modo sorprendente le formiche; ditteri e lepidotteri che imitano certi imenotteri; coleotteri che somigliano a ditteri e tanti altri esempi che i limiti del nostro lavoro non ci permettono di enumerare.

Fra le tante questioni che interessa di raccomandare al raccoglitore vi sono le seguenti: Far attenzione se le specie hanno abitudini diurne, notturne o crepuscolari; se sono fosforescenti, e, in tal caso, tener nota dell'intensità della luce, della sua tinta e degli organi in cui si manifesta; se hanno odori ed esalazioni particolari; se hanno apparecchi di suono o di stridulazione, dove questi abbiano la loro sede, e in quali circostanze specialmente vengano esercitati. Raccogliere osservazioni sul modo di provvedere alla conservazione e al nutrimento della prole. Osservare sopratutto i costumi delle specie che vivono in colonie, non dimenticando la forma dei nidi, le loro dimensioni e le condizioni in cui si trovano, ed all'occasione facendone uno schizzo. Notare tutti i casi ed i modi di parassitismo. Radunare dati intorno alle specie che emigrano, come per esempio le locuste e certe farfalle. Investigare i danni che alcuni insetti producono sull'uomo o sugli animali, ed informarsi degli effetti del veleno di certe specie di aracnidi, scorpioni, ecc. Raccogliere larve per potere studiare l'embriologia (1), e le *galle* che certi insetti, come gli imenotteri e gli afidi, producono sulle piante. Studiare i danni che alcune specie arrecano all'agricoltura e le applicazioni che altre possono avere all'industria (2).

(1) Le larve devono essere sempre conservate nello spirito.

(2) Attendono fra noi allo studio dei crostacei il professore Targioni a Fi-

Tutti gli apparecchi ed i sistemi di caccia indicati in questi nostri pochi cenni potrebbero scoraggiare il viaggiatore, quando la sua principale missione non fosse quella di far raccolte zoologiche ed egli dovesse dedicare a queste soltanto una piccola parte del suo tempo. In tal caso gli sarà perdonato se non si atterrà tanto strettamente alle norme che gli vengono suggerite. Si rammenti allora che la buona volontà è sempre lodata e che anche dentro stretti limiti si può arrecare giovamento alla scienza.

Gli istrumenti ed oggetti necessari per far collezioni entomologiche, sono principalmente i seguenti:

Rete da farfalle;

Rete forte da falciare;

Ombrello in tela bianca, che può essere sostituito da una tovaglia o da una tela bianca qualunque;

Istrumento per sollevare le corteccie degli alberi;

Setaccio da insetti;

Pinze a rachetta per gli imenotteri;

Pinzette a punta fina;

Pinzette forti a estremità curva per fissare gli spilli nelle scatole;

Pennelli di martora;

Assortimento di boccette e tubi, spilli da insetti di differenti dimensioni;

Scatole ovali tascabili con fondo di sughero;

Scatole più grandi a fondo di sughero per disporvi gli insetti preparati;

Alcool, benzina, acido fenico, naftalina, nitrito d'amile, cianuro di potassio, gomma arabica in soluzione preparata, ammoniaca, pergamena per cartellini.

renze e il professor RICHIARDI a Pisa (quest'ultimo specialmente delle specie parassite); il dottor PIROTTA di Pavia e il dottor FANZAGO di Padova si occupano di miriapodi; il professor CANESTRINI di Padova, il professor PAVESI di Pavia, il dottor CAVANNA di Firenze sono aracneologi; il signor BAUDI e il dottor CAMERANO di Torino, il dottor GESTRO di Genova e il professor COSTA di Napoli studiano gli insetti; il professor FERRARI di Genova si è particolarmente dedicato allo studio degli emitteri e l'ingegnere GRIBODO di Torino a quello degli imenotteri.

II.

Molluschi (1).

La divisione dei molluschi si scinde in cinque gruppi o classi. Il primo detto dei *Cefalopodi* comprende animali, tutti marini, muniti di braccia o tentacoli, inseriti sulla testa e disposti in circolo intorno all'apertura buccale (esempi: polpo, sepia, moscardino, nautilo) (2). Il secondo che s'intitola dei *Gasteropodi* è costituito di quei molluschi terrestri od acquatici, in cui la parte inferiore del corpo risulta di un disco carnoso sul quale l'animale si appoggia e striscia (esempi: *Murex*, *Purpura*, e tutte le così dette chiocciole e lumache). Il terzo, degli *Pteropodi*, fu istituito per certi animali, esclusivamente marini, che si muovono nelle acque per mezzo di due alette collocate ai due lati del corpo (esempi: *Hyalaea*, *Creseis*, *Cleodora*). Nel quarto o dei *Lamellibranchi* (detti anche *Bivalvi* e *Conchiferi*) non v'ha testa distinta e il corpo è avvolto da un tegumento o mantello, abitualmente difeso da una conchiglia formata di due pezzi o valve (esempi: ostriche, datteri di mare, arselle, telline). I *Brachiopodi*, ossia i molluschi del quinto gruppo, sono pur muniti di conchiglia bivalve, ma la loro interna costituzione è essenzialmente diversa da quella dei lamellibranchi e debbono il nome loro a due lunghe braccia ciliate, inserite ai due lati della bocca, le quali furono impropriamente considerate come organi locomotori, mentre adempiono in realtà all'ufficio di branchie (esempi: *Terebratula*, *Argiope*, *Lingula*).

I polpi che sogliono annidarsi nelle anfrattuosità degli scogli, si pescano all'amo e si adescano per mezzo d'un pesciolino. I pescatori più animosi non si peritano di affrontare le grosse specie nei loro covi subacquei e di snidarle coll'aiuto di un piuolo aguzzato, procurando di evitare i morsi del mollusco e di non lasciarsi avvinghiare dalle sue braccia, armate, come è noto, di potenti ventose. Molti cefalopodi si raccolgono invece con varie maniere di reti e specialmente con quelle a strascico.

(1) Uno dei migliori trattati di malacologia è il *Manual of the mollusca* di S. P. Woodward. — London, Virtue Brothers, e C., 3, ed. 1867. Prezzo 6 scellini. — Ne fu pubblicata recentemente una traduzione francese con note ed aggiunte dal signor Humbert.

(2) Vedansi intorno ai cefalopodi: Ferussac e D'Orbigny, *Histoire générale et particulière des Cephalopodes acétabulifères vivants et fossiles*. — Paris, 1835-48. Verany, *Mollusques méditerranéens*, 1re partie, *Céphalopodes de la Méditerranée*. — Gênes, 1851.

Gli ossicini interni dei calamari, delle sepiole e d'altri, le *penne* dei *Loligo* e delle specie affini, le conchiglie dei nautili, degli argonauti e delle spirule, le armature buccali di tutti i cefalopodi in generale meritano di fissare particolarmente l'attenzione dei raccoglitori.

I gasteropodi e i lamellibranchi marini si trovano talora sui littorali bassi e coperti di vegetazione, commisti ai molluschi terrestri; oppure negli estuarî dei fiumi, associati a specie fluviatili. Alcuni sogliono vivere ad un livello costantemente superiore a quello dell'alta marea e non rimangono coperti dalle acque marine che all'epoca delle grandi mareggiate.

Sulle spiaggie la raccolta dei molluschi marini è facilissima, massime nei paesi in cui si verifica il fenomeno della marea; giacchè, all'epoca del riflusso, molte specie rimangono all'asciutto attorno agli scogli, sotto alle pietre, sulle alghe, ovvero si riuniscono in piccoli bacini fra le anfrattuosità delle roccie o nelle pozzanghere formate dalle ondulazioni del littorale. Certe bivalvi hanno il costume di addentrarsi più o meno profondamente nella sabbia o nel limo e non si possono trovare se non praticando uno scavo nei punti in cui un piccolo foro manifesta la loro presenza.

Per ottenere molti piccoli testacei marini, si raccolgono alghe e fuchi, e poscia s'immergono in un vaso contenente acqua dolce. I molluschi cadono allora nel fondo del recipiente.

Le specie che vivono nelle basse acque, sulle alghe, sugli scogli o nella melma del fondo si raccolgono per lo più colle mani o mediante appositi cucchiai a fondo forato, adattati all'estremità d'un bastone. Per staccare i *Chiton*, le patelle, le aliotidi ed altri gasteropodi che aderiscono fortemente agli scogli è necessario adoperar la spatola o il coltello. Se si tratta poi di separare dalle roccie certe bivalve colle quali quasi fanno corpo (ostriche, spondili, *Chama*), convien fare uso di uno scalpello e di un martello. Si dovrà pur ricorrere al martello per rompere gli scogli o le madrepore in cui albergano le specie perforanti, e queste si conserveranno possibilmente insieme a parte del proprio ricettacolo.

I gasteropodi marini nudi, e in particolar modo gli eolididei e i pleurobranchi, si raccolgono raschiando le pareti algose degli scogli, mediante una reticella adattata ad un cerchio di lamiera fissato ad un'asta. La rete può essere vantaggiosamente sostituita da un sacchetto di tela ben forte e fitta. Allorchè gli oggetti caduti nella reticella o nel sacco si pongono in un vaso pieno d'acqua marina ben limpida, si vedono tosto i molluschi nudi salire a galla o strisciare sulle pareti dei recipienti.

Alcune specie di lamellibranchi e di gasteropodi s'incontrano sui

legni galleggianti, sulla carena delle vecchie navi, sui sargassi, sulle zostere, e non v'ha bisogno di alcun utensile per impadronirsene.

Il più prezioso strumento per la raccolta dei molluschi viventi nelle medie e nelle grandi profondità (specialmente pei gasteropodi, i lamellibranchi e i brachiopodi) è la draga di cui ci siamo sufficientemente occupati in altro capitolo di queste istruzioni (1). Tutte le melme, le arene, e i detriti d'ogni specie tratti dalla draga debbono essere lavati nell'acqua di mare per mezzo di ampi stacci di fil d'ottone, a maglie più o meno sottili, affine di raccogliere nei residui i molluschi che si vogliono conservare per lo studio. È utile, anzi necessario, che ogni staccio sia munito di due robuste anse di ferro. Talvolta si adoperano con vantaggio per la lavatura tre stacci di progressiva finezza collocati l'uno dentro dell'altro, in guisa che dalla stacciatura risultano ad un tempo residui di tre grossezze, in cui la scelta degli animali marini riesce più facile. Le maglie dello staccio più fino devono misurare al massimo un millimetro di lato.

Alla raccolta delle specie proprie ai mari assai profondi furono già applicate con buon successo anche nasse, adescate con pesce o carne in putrefazione. S'intende che in tal guisa non si possono catturare che molluschi carnivori.

Sonvi dei pesci che sogliono cibarsi di testacei e nel cui stomaco si trovano il più delle volte le conchiglie dei molluschi ingeriti; tali sono per esempio le triglie. Il raccoglitore farà bene pertanto di non lasciarsi sfuggire alcuna occasione per esaminare il contenuto del tubo digerente di tali pesci.

Per lo stesso oggetto sarà utile che egli osservi i residui contenuti nella cavità viscerale degli echini e delle asterie, che hanno pure il costume di ingerir piccoli testacei. A questo riguardo è anche bene avvertire che certe specie di gasteropodi assai ricercate da conchiologi (*Stylifer*) vivono sugli echinodermi come parassiti e si trovano di preferenza nella spessezza dei radioli o spine di grossi ricci di mare e nella cavità viscerale delle asterie. Si è pur segnalato un mollusco parassita delle Oloturie.

Per un raccoglitore, il quale si trovi a bordo di un bastimento a vela o a vapore, il miglior modo di catturare i molluschi pelagici (che popolano i mari di tutte le latitudini) consiste nel calare a fianco della nave, quando il suo movimento non sia troppo rapido e il mare sia tranquillo, una reticella di garza, opportunamente fissata ad un'armatura di filo metallico e ben equilibrata.

Le grosse conchiglie che si trovano fluitate sulla spiaggia del

(1) Esplorazione delle profondità marine.

mare hanno generalmente poco valore per le collezioni. Tra le piccole e le piccolissime se ne trovano molte all'incontro che meritano di essere conservate.

I molluschi d'acqua dolce si raccolgono facilmente nelle acque correnti, nei fossi, negli stagni, nelle paludi, nei laghi. Molti si trovano immersi nella mota del fondo (come la massima parte dei lamellibranchi), altri aderiscono agli scogli sommersi (*Ancylus*, neritine) o alle piante acquatiche. Alcuni gasteropodi sogliono galleggiare col piede rivolto all'insù.

I migliori strumenti per raccogliere i molluschi che vivono alle piccole profondità sono reticelle fissate ad un'asta, della lunghezza di un metro a due metri. Per la pesca delle specie proprie agli alti fondi dei laghi e dei fiumi, occorrono rastrelli e draghe simili a quelle che si adoperano in mare.

Acciocchè certe conchigliette piccolissime non sfuggano all'attenzione del raccoglitore, conviene che questo faccia asciugare le melme e le piante tratte dal fondo sia colla reticella, sia per mezzo di altro utensile, e le esamini poi diligentemente colla lente. I più modesti rigagnoli, le più piccole sorgenti sono suscettibili di somministrar specie peculiari.

Si raccomanda in particolar modo la raccolta delle specie che vivono nelle sorgenti minerali e termali, nonchè quelle delle acque stagnanti o correnti nelle caverne.

I molluschi terrestri si raccoglieranno in maggior numero sulle roccie muschiose, sui vecchi muri, sui tronchi degli alberi, nelle cavità dei legnami imputriditi, sulle piante palustri, nel terriccio umido, sotto le pietre. Per cavar fuori dalle roccie e dalle vecchie muraglie le specie che vi si annidano (*Clausilia*, *Pupa*, *Balea*), è utile servirsi di un paio di pinzette. Molti molluschi vivono di preferenza in vicinanza delle acque dolci (*Succinea*, *Carychium*), altri nei luoghi salmastrosi e presso il mare (*Auricula*, *Alexia*), altri sono proprî alle alte montagne.

I molluschi terrestri escono d'ordinario dai loro nascondigli nelle ore più fresche della giornata e specialmente quando il tempo è piovoso; molti sono notturni. Si accerta che le testacelle, che sono ad un tempo notturne e carnivore, si catturano facilmente ponendo presso i luoghi in cui si nascondono, durante la notte, pezzetti di carne di cui sono ghiotte. La stagione migliore per dare la caccia ai molluschi è l'autunno.

Uno dei mezzi più efficaci per procurarsi senza fatica un gran numero di piccole conchiglie terrestri e d'acqua dolce si è quello di raccogliere i detriti depositati sulle rive dei corsi d'acqua che vanno

soggetti a piene repentine. In questi detriti ben disseccati e vagliati si trovano talvolta rarissime specie.

Uno di noi, a cagion d'esempio, avendo raccolto, in mezz'ora poco più di un chilogrammo di un tal detrito nelle posature d'un torrente prosciugato, a Kursi presso Aden (Arabia), potè procurarsi così centinaia d'esemplari appartenenti a più di venti specie rare o nuove, provenienti da una regione affatto inesplorata. Detriti consimili si trovano anche sulle spiaggie dei laghi e dei mari, presso la foce di fiumi e torrenti (1).

Per la maggior parte i molluschi, sì terrestri che acquatici, si conservano nell'alcool, il quale ha però il difetto di scolorare le conchiglie e di toglier loro la naturale lucentezza.

Rispetto ai gasteropodi nudibranchi (*Doris*, *Eolis*, *Pleurobranchus*) ed ai pteropodi nudi, crediamo più opportuno il liquore di Owen (2). La glicerina è assai utile per la conservazione degli esemplari destinati alle dissezioni anatomiche.

I molluschi che si vogliono conservare in uno di tali liquidi si collocano, secondo le dimensioni loro, in boccie di vetro, a turacciolo smerigliato, o in tubi da saggi turati con sughero. Così nelle boccie come nei tubi, si circondano di coton floscio gli oggetti più fragili, acciocchè non subiscano danni se per avventura il recipiente andasse soggetto ad urti o scosse.

In ciascun recipiente si pone una cartolina od un pezzo di pergamena sul quale si scrivono tutte le indicazioni relative alla patria e alla ubicazione del contenuto, nonchè la data della raccolta.

Quando si raccolgono testacei viventi di cui si vuol conservare soltanto la conchiglia, è utile di estrarne il mollusco, il quale corrompendosi emana odore spiacevole. A quest'uopo gli esemplari da vuotarsi si immergono per qualche minuto nell'acqua bollente ed allora il mollusco si stacca dal suo guscio per mezzo di una grossa spilla. Se si tratta di una specie munita di conchiglia avvolta a spira, l'operazione richiede talvolta molta attenzione e non sempre si consegue lo scopo.

Allorchè si ha a che fare con testacei operculati (muniti cioè di un

(1) Vedansi intorno alla ricerca delle conchiglie le seguenti memorie: De Folin, *Méthode de recherches pour recueillir les petits mollusques, (Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou*, 1879, *n°* 1*)*. Dupuy, *De la recherche des mollusques terrestres et d'eau douce.* — Paris 1878.

(2) Questo si compone di:

Acqua	grammi	1000 —
Allume crudo. . . .	id.	65 —
Sal comune	id.	1 25
Sublimato corrosivo .	id.	1 20

coperchietto mobile corneo o calcare che serve a chiudere l'apertura), l'opercolo deve essere conservato insieme alla conchiglia cui appartiene. Molti molluschi terrestri sogliono chiudere temporariamente l'apertura del loro guscio, nella stagione invernale, con un coperchietto membranoso o calcareo, il quale si chiama *epifragma*, e deve essere parimente conservato.

Se si pongono nell'alcool, nella glicerina o in altre preparazioni antisettiche dei testacei a guscio avvolto a spirale, destinati ad investigazioni anatomiche, è bene praticare nella conchiglia loro, presso l'apice, un piccolo foro, acciocchè il liquido giunga in contatto di ogni parte del mollusco.

Quando si trovano specie di conchiglie acquatiche o terrestri in gran numero di esemplari, è d'uopo raccogliere di preferenza quelle che contengono il proprio mollusco e che non sono alterate dagli agenti esterni e dalla fluitazione. Si prescelgono poi gli individui adulti in cui la conchiglia ha acquistato lo sviluppo normale.

Per quanto concerne le osservazioni scientifiche da farsi intorno ai molluschi, proponiamo ai viaggiatori alcuni temi speciali, suscettibili a parer nostro di essere coltivati con maggior profitto.

Rispetto ai cefalopodi, sono da raccomandarsi tutte le osservazioni relative alla riproduzione; è interessante sopratutto di verificare come e quando si stacca nel maschio il braccio copulatore e come si effettua la fecondazione. Si veda in virtù di qual meccanismo si esercita la locomozione nei cefalopodi meno comuni e sopratutto in quelli che hanno la facoltà di saltare fuori dell'acqua a notevole altezza.

Saranno pure assai bene accolte dai naturalisti tutte le osservazioni relative ai costumi del nautilo e della spirula, che sono ancora imperfettamente conosciuti. Quanto al primo, si desidera di conoscere la composizione chimica dei gas che occupano le cavità della sua conchiglia.

Fra le specie più rare e meno conosciute dai naturalisti sono indubbiamente compresi i polpi giganteschi, e non è a dire quanto la cattura di simili mostri sia interessante dal punto di vista zoologico, e come riesca pur profittevole alla scienza ogni documento, descrizione o disegno che abbia tratto a questi animali.

Anche i piccoli ed elegantissimi nudibranchi e gli pteropodi delle zone torride e tropicali sono in gran parte ignoti, e siccome si conservano assai difficilmente, il viaggiatore farà cosa utile effigiando colla matita e il pennello quelli che incappassero nelle sue reti e corredando i proprì disegni di appunti descrittivi.

Riguardo agli altri molluschi marini, i naturalisti sogliono prender nota per ciascuna specie delle forme esterne e dei colori delle parti

molli, del sistema di locomozione, e quando sia loro possibile, del modo di riproduzione, della forma e del numero delle uova. Ma alcune di tali osservazioni richiedono una certa esperienza e non si possono eseguire che per mezzo di un acquario, vale a dire ponendo i molluschi da studiarsi in un recipiente di vetro pieno d'acqua marina ben limpida, insieme ad alghe verdi viventi, in tal guisa che la vegetazione mantenga l'acqua nelle condizioni più propizie alla vita animale.

Rechiamo pure l'indicazione di altre speciali ricerche intorno ai molluschi marini.

1. Raccogliere il liquore porporigeno secreto dai muricidi e da altri testacei affini ed osservare i cambiamenti che la tinta di esso subisce sotto l'azione della luce e per effetto di svariati reagenti (1).

2. Osservare dal punto di vista chimico le secrezioni acide di certi molluschi. I professori De Luca e Panceri verificarono a cagione di esempio che il *Dolium galea* produce un liquore in cui si contiene perfino il 3 per cento di acido solforico. Questo liquido è secreto da due organi corrispondenti per la posizione loro alle glandule salivari.

3. Ricercare in quali condizioni e per qual causa determinante si formino le perle nei lamellibranchi e particolarmente nelle meleagrine (ostriche a perle); si procuri di verificare se, come credeva il De Filippi, la formazione di una perla sia sempre provocata dalla presenza di un verme intestinale (2).

4. Osservare le relazioni esistenti fra i colori dei testacei e quelli dei fondi marini sui quali vivono.

5. Investigare l'influenza che le correnti oceaniche e la temperatura delle acque esercitano sulla distribuzione geografica di certe famiglie malacologiche.

6. Osservare e descrivere le *Ianthina* viventi, e specialmente l'apparato natatorio di cui sono munite (3).

7. Ricercare con particolare cura le *Pleurotomaria*, le *Pholadomya*, le *Trigonia* ed altre specie pregiate per la loro rarità e perchè sono gli ultimi rappresentanti di tipi propri ai periodi geologici omai trascorsi.

(1) La storia completa delle ricerche istituite in proposito, nonchè importanti osservazioni originali si troveranno nell'opera dei signori A. e G. De Negri, intitolata: *Studi spettroscopici e chimici sulle materie coloranti di alcuni molluschi del mare ligure.* — (Atti della R. Università di Genova, vol. III, Genova, 1875).

(2) Möbius, *Die echten Perlen.* — Hamburg, 1857. V. Hessling, *Die Perlmuscheln und ihre Perlen.* — Leipzig, 1859.

(3) È una sorta di galleggiante allungato formato di vescicole aeree che porta alla sua faccia inferiore capsule ovifere e aderisce al piede del mollusco. È esso destinato a staccarsi?

In ordine ai molluschi lacustri e fluviatili si possono eseguire utilmente osservazioni analoghe a quelle già indicate trattando dei molluschi marini, purchè si introducano in un recipiente pieno d'acqua dolce ben pura. Se le osservazioni debbono durare a lungo, è necessario che l'acqua sia mutata spesso o che nel recipiente si collochino animali e piante viventi in giusta proporzione.

Avvertiamo a questo proposito che alcuni molluschi bivalvi delle acque dolci (anodonte, unii) si possono mantenere lungamente viventi anche senza il sussidio di un acquario; l'acqua che rimane chiusa fra le loro valve può supplire per parecchi mesi ai bisogni delle loro funzioni.

Molti molluschi si possono conservare viventi per lungo tempo, nei climi caldi quanto nei freddi, purchè tenuti all'asciutto. Certe specie di elici e di ciclostomi vissero più d'un anno chiuse in una scatola con segatura di legno a guisa d'imballaggio.

Prima d'introdurre i molluschi terrestri e segnatamente i limacidi nei liquidi conservatori, è bene farli morire nell'acqua pura o appena alcoolizzata, acciocchè il corpo loro non rimanga troppo contratto. Ad onta di questa cautela, immersi nei liquidi conservatori perdono il più delle volte alcuni dei caratteri che più interessano per la loro determinazione. È utile per conseguenza di osservare questi caratteri sull'animale vivente.

Importa di avvertire fra le altre cose:

a) Le dimensioni del mollusco, quando sia sviluppato;

b) Il colore dello stesso, alla parte superiore ed inferiormente;

c) Se sia munito di un paio o di due paia di tentacoli, e qual forma, lunghezza e disposizione abbiano i medesimi;

d) Se il corpo sia in parte difeso da una ripiegatura della pelle (corazza) più o meno estesa e se questa sia o no gibbosa;

e) Se il mollusco sia munito di un poro mucoso all'estremità caudale.

f) Se il corpo sia coperto di tubercoli o di rilievi meandriformi o di solchi; se i tentacoli sono tubercoliferi;

g) Qual sia la posizione degli occhi, se pure esistono;

h) Qual sia la forma e la posizione dell'apertura respiratoria e dell'orifizio degli organi generatori;

i) Se apparisca all'esterno l'organo copulatore.

Saranno pur vantaggiosi tutti i ragguagli che il viaggiatore potrà raccogliere sulla ubicazione, sulle abitudini, sul regime di ciascuna specie, notando inoltre quanto ha tratto alla fecondazione (1).

(1) Si citano tra i malacologi e conchiologi: il professore Tapparone a To-

III.

Tunicati.

Altre volte si univano ai briozoi in un gruppo sotto il nome di molluscoidi per esprimere la comune loro analogia coi molluschi. Ora si preferisce collocarli in un sottoregno a parte.

I tunicati sono molli e talvolta gelatinosi; il loro corpo offre due orifizi corrispondenti alle due estremità del tubo digerente. Tutti vivono in mare, alcuni aderenti ai corpi sommersi (ascidie, *Phallusia*), altri liberi (*Salpa*). Tra questi le salpe e i pirosomi sono quasi sempre fosforescenti.

I tunicati sedentari si raccolgono unitamente ai molluschi marini e cogli stessi mezzi. Le specie libere rimangono spesso impigliate nei retini di garza che si traggono a rimorchio per la pesca delle idromeduse, degli ctenofori e dei molluschi pelagici.

Per la conservazione dei tunicati si fa uso di spirito di vino, e siccome emettono molt'acqua, è utile cangiare il liquido una o due volte.

IV.

Vermi (1).

La classificazione di questa vasta divisione del regno animale è diversamente interpretata dagli zoologi delle varie scuole. Noi distingueremo fra i vermi gli *anellidi*, i *briozoi*, i *rotiferi*, i *platelminti* e i *nematelminti*.

I primi hanno il corpo diviso in segmenti distinti e provvisto di cirri e setole che sostituiscono i piedi articolati di altri invertebrati.

rino, il dottor Pini a Milano, la marchesa Paulucci a Firenze, il dottore De Stefani a Siena, il dottore Gentiluomo a Pisa, il dottore Tiberi ed il signor Blanc a Portici, il professore Seguenza a Messina ed il marchese Di Monterosato a Palermo. Il professore Trinchese a Napoli si occupa di nudibranchi.

(1) Cobbold, *Entozoa: An introduction to the study of Helminth.* — London, 1863. Suppl. 1869.

Schmarda, *Neue wirbellose Thiere, beobachtet und gesammelt auf einer Reise um die Erde.* — Leipzig, 1859-61.

Quatrefages, *Histoire naturelle des Annelés. Annelides et Géphyriens.* — Paris, 1865.

Spettano al tipo dei *branchiati* le afroditi, le nereidi, le arenicole, le serpule, le sabelle; a quelle invece degli *abranchi*, i lombrichi e le sanguisughe.

I briozoi ricordano per l'aspetto loro i polipi, ai quali furono talvolta accomunati. Essi hanno il tubo digerente terminato da due aperture e presentano alla estremità anteriore del corpo, un certo numero di tentacoli disposti in corona attorno alla bocca o collocati sopra due espansioni caratteristiche. Il loro corpo è generalmente difeso da un dermatoscheletro calcare e vivono associati in colonie più o meno ricche d'individui che appariscono come piccole arborescenze simili a vegetali o come lievi incrostazioni aderenti alla superficie di corpi sommersi marini o d'acqua dolce (esempi: *Flustra*, *Alcyonella*, *Urnatella*, *Cristatella*).

I rotiferi sono tutti minutissimi e acquatici. Il corpo loro, non segmentato, è liscio, all'esterno, o solo guarnito di cigli vibratili all'estremità anteriore (esempi: *Callidina*, *Brachiornis*, *Hydatina*, ecc.).

I nematelminti sono di figura assai varia e non presentano organi specialmente destinati alla locomozione; quasi tutti vivono temporaneamente o costantemente come parassiti nel corpo di altri animali (*Trichodesma*, *Ascaris*, *Strongylus*, *Trichina*, *Gordius*, *Anguillula*).

I platelminti sono vermi a corpo non segmentato, piatto in forma di nastro o di foglia con uno strato tegumentale tutto coperto di cigli vibratili. Essi vivono nella terra umida, nell'acqua o nel corpo di altri animali come parassiti (esempi: *Taenia*, *Botriocephalus*, *Distoma*, *Planaria*, *Nemertes*).

Moltissimi vermi sono marini e vivono nelle condizioni stesse di una gran parte dei molluschi. Alcuni sono difesi da un tubo calcare simile ai gusci dei *Vermetus* (*Serpula*, *Vermilia*), altri si formano un involucro di arena, di fango o di detriti (*Terebella*). Molti strisciano sui fondi fangosi od arenacei, o galleggiano in balìa delle onde e delle correnti; altri si annidano nella cavità degli scogli e dei polipai.

Le norme generali offerte per la raccolta dei molluschi marini delle varie classi valgono anche, in massima parte, pei vermi summentovati.

Quanto ai briozoi si trovano più comunemente sulle conchiglie marine vuote, non fluitate, che giacciono sui fondi marini nonchè sulle zostere ove le acque sono limpide e tranquille.

Altri si ottengono radendo la superficie degli scogli sommersi con un retino a *raschietto*, munito cioè di una lama metallica o coltello, il quale taglia le produzioni marine che incontra sul suo passaggio.

I vermi terrestri, (onicofori, planarie, *Nemertes*, ecc.) vivono sulla terra umida, sotto la scorza degli alberi, fra i legnami fradici. Quelli

d'acqua dolce (sanguisughe, rotiferi, gordii, ecc.) si raccolgono senza difficoltà quando per la piccolezza loro non sfuggano all'occhio dell'osservatore.

Le indicazioni addotte intorno al modo di raccogliere e di osservare gli infusori sono anche applicabili ai rotiferi; rimandiamo perciò il lettore al paragrafo relativo.

Gli entozoi (si comprendono sotto questo nome i vermi parassiti appartenenti alle divisioni dei nematelminti e dei platelminti) hanno d'ordinario la sede loro, come si disse, nel corpo di altri vertebrati o invertebrati, e lo stesso individuo infesta successivamente sotto varie forme diverse specie. Così per esempio allorchè i distomi producono uova, ne nascono animaletti acquatici, liberi, ben diversi dai progenitori, e ciascuno di essi genera poi le così dette cercarie che vivono come parassite nel corpo dei molluschi d'acqua dolce. Queste, dopo un certo tempo, si incrisalidano nel corpo del mollusco che dà loro ricetto e ivi aspettano di convertirsi in distomi perfetti, il quale stato però non conseguono se non passando nella cavità digerente di un animale più elevato, come sarebbe un pesce o un uccello acquatico.

Il più delle volte gli entozoi si annidano negli organi digestivi, ma attaccano pure qualche volta il polmone, le branchie, il cervello, il midollo spinale, il fegato, i reni e perfino il tessuto muscolare.

La loro presenza negli animali che infestano si palesa con punteggiature, macchiette, ovvero con escrescenze e tumefazioni.

Allorchè si raccolgono entozoi, è utile asportarli insieme ad un frammento del tessuto cui aderiscono, ciò per non danneggiarli e per conservare una indicazione relativa alla stazione loro.

Quasi tutti i vermi si conservano in modo soddisfacente nell'alcool; ma acciocchè il corpo loro non subisca troppo forte contrazione, si consiglia di farli prima morire nell'acqua leggermente alcoolizzata. Prima di introdurre gli anellidi marini nel liquido conservatore è bene prendere nota della loro colorazione ed osservare se sono o no iridescenti.

Per quanto concerne i vermi del tipo planaria, il miglior mezzo per conservarli in buone condizioni si è quello di ucciderli tenendoli stretti qualche tempo fra due fogli di cartone e di introdurli poi nell'alcool.

La elmintologia offre agli zoologi un gran numero di quesiti da sciogliere e di punti oscuri da rischiarare, tra i quali moltissimi hanno tratto alle metamorfosi e alle migrazioni degli entozoi.

V.

Echinodermi (1).

L'antica divisione dei raggiati istituita da Cuvier abbracciava le classi degli echinodermi, degli acalefi o meduse e dei polipi od antozoi. I moderni zoologi innalzano gli echinodermi alla dignità di divisione primaria e costituiscono cogli acalefi, i polipi e le spugne un'altra divisione sotto il nome di *Celenterati*.

Fra gli echinodermi viventi si distinguono i gruppi degli *echinidi* (ricci di mare), degli *asteridi* (stelle di mare), dei *crinoidi* e degli *oloturidi*.

Gli echinidi hanno corpo globoso, ovale o discoide costituito da un tegumento solido, calcareo, formato di tante piastre poligone non mobili armate per lo più di aculei (*Echinus*, *Spatangus*, *Brissus*, *Cidaris*).

Gli asteridi presentano un corpo foggiato ordinariamente a pentagono schiacciato o a stella con propaggini disposte a guisa di raggi che racchiudono, in certe famiglie, appendici dell'apparato digerente e parte del riproduttore (asterie, *Astropecten*, *Ophiura*, ofiocome).

I crinoidi consistono in un corpo in forma di calice o di tazza, formato di pezzi poligoni, munito di braccia articolate e sostenuto da un asse calcareo articolato (*Pentacrinus*, *Rhizocrinus*).

Le oloturie sono echinodermi molli, vermiformi, a tegumento coriaceo, muniti di una corona di tentacoli boccali, spesso retrattili e di un ano terminale (*Holothuria*, *Synapta*).

Gli echinodermi sono tutti marini, ma non nuotanti.

Gli echinidi e gli asteridi abitano per lo più i fondi scogliosi, ed allorchè s'incontrano nelle acque poco profonde si pescano facilmente con retini o cannuccie fesse. Alcune specie, quelle per esempio del genere *Diadema*, sono armate di aculei sottili e fragili che producono dolorosissime punture. Il raccoglitore procurerà pertanto di evitarne il contatto. Le specie degli alti fondi si otterranno colla draga od anche per mezzo di *radazze* (mazzi di reti sfilacciate) che si trascinano sul fondo.

I crinoidi vivono nelle condizioni stesse degli asteridi, ma solo nelle grandi profondità e sono rari e poco noti.

(1) Agassiz, *Monographie d'Echinodermes vivants et fossiles*. — Neufchâtel, 1838-42.

Agassiz, *Illustrated catalogue of the Museum of comparative zoology*, N. II, *North american Acalephae*. — Cambridge, 1865.

Le ofiure ed altri asteridi simiglianti hanno raggi fragilissimi che si troncano spontaneamente allorchè l'animale vien tolto al suo elemento. Per aver perfetti esemplari di tali echinodermi è d'uopo farli morire nell'acqua dolce e conservarli poscia nello spirito, oppure tuffarli per pochi istanti nell'acqua bollente e farli asciugare in seguito all'aria aperta.

La conservazione degli echinodermi si consegue perfettamente nell'alcool forte o nella glicerina e, fatta eccezione per le oloturie, anche a secco. Prima di immergere un echino nel liquido, si deve eliminare l'acqua contenuta nel suo guscio, praticando alcuni forellini nel tegumento che circonda la bocca. È poi da raccomandarsi di collocare le specie ad aculei lunghi e fragili, nei recipienti in cui si vogliono conservare, fra due strati d'una sostanza soffice (che potrà essere alga o zostera).

Per la preparazione a secco degli echini e degli asteridi, si facciano morire nell'acqua dolce, si immergano per pochi istanti nell'acqua di mare e finalmente si lascino asciugare all'aria, non mai però direttamente esposti ai raggi solari. Riguardo ai primi è pur necessario, per riuscir più sicuramente nell'intento, di eliminare i visceri, estraendoli dalla cavità buccale (1).

Le oloturie frequentano varie sorta di fondi marini insieme a molluschi e ad anellidi. Alcune specie sono commestibili e si pescano nelle acque della Malesia e della Cina sotto il nome di *Tripan*.

Nella storia naturale degli echinodermi esistono molte lacune, massime in quanto concerne la distribuzione geografica, lo sviluppo e i costumi; ma non potendo trattenere a lungo i lettori su questo tema, ci contenteremo di proporre loro in proposito due quesiti relativamente facili:

1° Ricercare se alcune specie di echinidi hanno la facoltà di scavare le roccie, come alcuni credono, e se il fatto sussiste, verificare con qual mezzo praticano le loro cavità.

2° Ricercare certi pesci che vivono nell'apparato respiratorio di grosse oloturie. Indagare se questi sono propriamente parassiti e in quali rapporti si trovano coll'animale che dà loro ricetto.

Raccomandiamo poi in particolar modo la raccolta degli echinodermi delle grandi profondità e, ove se ne presenti l'occasione, quella dei preziosi *Pentacrinus* delle Antille e dei *Rhyzocrinus* dell'Atlantico settentrionale.

(1) Le sostanze contenute nel tubo digerente degli echinodermi debbono essere esaminate dai raccoglitori, imperocchè vi si trovano interessanti specie di foraminifere e di diatomacee.

VI.

Celenterati.

I celenterati si dividono nelle classi seguenti; *ctenofori*, *idromeduse* o *polimeduse*, *corallarii* o *polipi* e *spongiari*.

I primi sono animali gelatinosi, a corpo sferico cilindrico o nastriforme, munito talvolta di sottili filamenti laterali. Vivono tutti in mare (*Beroe*, *Cydippe*, *Cestum*).

Le idromeduse sono celenterati rappresentati da polipi e da colonie di polipi privi di tubo esofageo e forniti di una semplice cavità gastrovascolare. Per generazione sessuata questi animali danno origine principalmente a meduse liberamente nuotanti.

L'*Hydra* (comune nelle acque dolci), la *Millepora*, la *Plumularia*, la *Pennaria*, la *Pelagia*, la *Rhyzostoma* (marine) appartengono a questa classe.

I polipi sono animali marini, bene spesso riuniti in colonie, i quali presentano una cavità gastrica comunicante all'esterno per mezzo della bocca che è situata nel mezzo di una corona di tentacoli contrattili (*Actinia*, corallo rosso, *Madrepora*, *Isis*, *Gorgonia*, *Pennatula*).

Gli spongiari hanno un corpo per lo più spugnoso costituito da un aggregato di cellule amebiformi sprovviste di membrana e di una impalcatura solida di filamenti cornei e corpuscoli calcarei o silicei (spicule). Esempi: *Spongia*, *Euplectella*, *Spongilla*, *Clione*.

Le meduse e gli ctenofori si trovano abitualmente galleggianti sulle acque del mare e si raccolgono per mezzo di retini, ben equilibrati, tratti a rimorchio. Molte specie, appena visibili nel giorno, perchè diafane e incolore, splendono nella notte di vivo bagliore.

Il miglior liquido per conservar questi animali è la soluzione di Goadby che si prepara con sal marino, allume e un po' di sublimato corrosivo (1). Si adopera anche per lo stesso ufficio lo spirito di vino, con un po' di allume disciolto. Siccome essi emettono molt'acqua allorchè sono immersi nel liquido conservatore, conviene che questo sia rinnovato due o tre volte a poche ore d'intervallo. Ad ogni modo anche gli esemplari così preparati subiscono immancabilmente qualche alte-

(1) Le proporzioni dei componenti sono, convertendo in decimali il valore delle misure inglesi

Sal marino	grammi	113 40
Allume	„	56 70
Sublimato corrosivo . .	„	1 20
Acqua	litri	1 13

razione. Il raccoglitore farà ottima cosa per conseguenza, a disegnare e descrivere sul vivo le forme che gli sembrassero più interessanti e meno comuni.

Si comprendono fra gli antozoi tre tipi principali rappresentati rispettivamente dalle actinie o polipi carnosi, dagli alcionari o polipi ad asse corneo o coriaceo e dalle madrepore o polipi a scheletro calcare.

Le actinie si trovano per lo più aderenti agli scogli e alle conchiglie, sotto il livello delle acque marine, ed essendo il corpo loro molle e lubrico, è d'uopo usare qualche cautela, allorchè si distaccano, affine di non danneggiarle.

Gli alcionari vivono associati in numerose famiglie dotate di un asse corneo o polipaio comune. Fra queste, le gorgonie e molti altri costruiscono elegantissimi polipai arborescenti che aderiscono agli scogli nei mari profondi.

Il corallo rosso, quantunque munito di polipaio calcare, va ascritto per le sue affinità zoologiche a questo gruppo. Le pennatule o penne di mare sono polipi aggregati in colonie, non aderenti a corpi sommersi, ma libere.

I polipi del tipo madrepora, fra i quali, si contano molti generi e specie, vivono in comunità costituite da un numero illimitato d'individui e formano colle loro costruzioni, scogliere, frangenti, isolotti, *atolli*, il cui studio è interessantissimo sotto l'aspetto della geografia fisica e della zoologia, e si raccomanda al viaggiatore (1).

I polipai aderenti ai fondi marini, nelle basse acque, si staccano per mezzo di un'asta di legno o di ferro acuminata ad una delle sue estremità. Altri, essendo liberi, come le fungie, si estraggono semplicemente colle mani. Le specie proprie alle profondità cui l'uomo non può giungere direttamente si pescano con appositi strumenti, uno dei quali, che serve alla raccolta del corallo rosso, è una sorta di croce in legno, dalle cui braccia pendono mazzi di vecchie reti sfilacciate. Trascinando questo arnese sui fondi madreporici o coralligeni, le maglie e le fila delle reti si abbarbicano alle asperità dei polipai e portano seco i cespiti o i ramuscoli che furono già infranti dall'urto delle sbarre di legno.

È difficile conservare le actinie nella loro forma normale, cioè distese e coi tentacoli sviluppati, perchè quando si traggono a secco si riducono in una massa informe e vischiosa. Il miglior modo di ovviare a questo difetto si è di porle in un vaso contenente acqua di mare e ivi, quando sono pienamente sviluppate, di aggiungere a poco a poco al liquido acqua dolce o spirito di vino.

(1) Vedansi in proposito: Darwin, *Les recifs de corail, trad.* Cosserat. — Paris. Baillère, 1878. — Dana, *Corals and Coral Islands.* — 1872.

I liquori da preferirsi per la conservazione delle actinie sono l'alcool molto concentrato e la soluzione acquosa di bicromato di potassa. Quanto ai polipi a polipaio lapideo o coriaceo, si conservano egregiamente nell'alcool misto ad un po' di acido cromico; e in tal guisa riescono acconci alle osservazioni anatomiche.

Rispetto ai polipai, alcuni consigliano di farli macerare nell'acqua dolce per imbiancarli e ripulirli; ma, trattandosi di oggetti raccolti per fine scientifico, tal cautela ci sembra superflua. Instiamo piuttosto perchè si usi la maggior diligenza nell'imballare le specie fragili e delicate, perciocchè dagli studiosi si ricercano e si apprezzano innanzitutto gli esemplari integri.

Tra le osservazioni da farsi intorno ai coralli (come si denominano complessivamente i zoantari dotati di polipaio), le più interessanti hanno tratto alla forma, alla struttura, alle metamorfosi dei polipi. Allorchè questi sono sviluppati scaturiscono da certi piccoli fori dei propri polipai come fiorellini semoventi, i quali tosto spariscono se l'acqua sia menomamente agitata. Esatti disegni ed anche semplici schizzi dei polipi di ciascuna specie, purchè non comunissima, riuscirebbero assai graditi agli zoologi.

Le spugne viventi nei bassi fondi si raccolgono a mano o coll'aiuto di uno scalpello e di un martello che servono a rompere gli scogli cui aderiscono.

Il naturalista potrà procurarsi quelle delle acque profonde per mezzo di draghe o rastrelli o ricorrendo all'opera di palombari di professione.

Si conservano le spugne in alcool ben forte dopo aver avvolto ciascun esemplare in un pezzo di tela, acciocchè le spugne dell'uno non si confondano con quelle dell'altro. Asciugate al sole, previa immersione nell'acqua dolce, si conservano anche a secco.

Sono assai ricercate dai raccoglitori di oggetti naturali le spugne silicee dei generi *Hyalonema* e *Euplectella*.

Rispetto alle osservazioni da farsi intorno agli animali di quell'ordine, merita particolare attenzione il meccanismo mediante il quale le specie corrodenti e perforanti s'insinuano nei polipi e nelle conchiglie, nonchè lo studio della riproduzione e dello sviluppo embrionale (1).

(1) In Italia attendono allo studio dei celenterati, il professore Targioni a Firenze pei coralli, e il professore Richiardi a Pisa per le idromeduse.

VII.

Protozoi (1).

Riguardo alla classificazione di questi animali, esistono molte divergenze tra i naturalisti. Tuttavolta i più autorevoli si accordano per distinguerli in tre gruppi o classi denominati: rizopodi, policistine e infusori.

Gli infusori sono protozoi, generalmente piccolissimi, che muovonsi per mezzo di cigli vibratili o per contrattilità della loro membrana tegumentale; alcuni presentano una cavità digerente e vescicole pulsanti che fanno ufficio di cuore, altri sono assai più semplici. Si sviluppano nelle infusioni di materie organiche, nelle acque stagnanti, nelle sorgenti, ecc. (Esempi: *Vibrio*, *Bacterium*, *Oxytricha*).

I rizopodi sono protozoi privi di cigli vibratili, formati di una sostanza contrattile omogenea (sarcode) che non sembra limitata da un tegumento. Essi muovonsi strisciando per mezzo di espansioni digitiformi o filiformi del loro corpo. Alcuni sono nudi (*Amaeba*, *Actinophrys*, *Noctiluca*), altri muniti di conchiglie di forme svariatissime (*Rotalia*, *Globigerina*, *Nodosaria*, *Quinqueloculina*).

Le policistine sono minutissimi animali simili ai rizopodi, in cui una polpa omogenea e contrattile circonda una capsula centrale membranosa. Fra la sostanza sarcodica periferica e la capsula interna si osservano lacune od alveoli sferoidali. Il più delle volte sono muniti di uno scheletro siliceo. Si muovono come i rizopodi (Esempi: *Thalassicolla*, *Sphaerozoon*, *Collosphaera*).

Moltissimi rizopodi e policistine si trovano galleggianti sul mare e si raccolgono insieme ai molluschi pteropodi e ad altri animali pelagici, per mezzo di reticelle tratte a rimorchio. Talvolta innumerevoli individui d'una medesima specie riuniti alla superficie dell'acqua si manifestano come estesissime macchie oleose, variamente colorate. Molti di questi animali splendono nella notte di vivida fosforescenza.

Le specie, pur copiosissime, che vivono sui fondi marini, fangosi o

(1) Dujardin, *Histoire naturelle des infusoires*. — Paris, 1841.

Claparède e Lachmann, *Études sur les infusoires et les Rhizopodes*, 2 vol. — Genève, 1858-61.

Maggi, *Sulla storia naturale degli esseri inferiori (Infusori)*. — Milano, 1874. E varie memorie contenute nella pubblicazione che porta il titolo di: *Studî fatti nei laboratorî di zoologia ed anatomia comparata e di anatomia e Fisiologia comparate della Regia Università di Pavia*, diretti dal prof. Leopoldo Maggi. — Pavia, 1877-1880.

rocciosi o sulle alghe si possono raccogliere colle ordinarie draghe o con retini atti a rastrellare il fondo.

I detriti conchigliferi accumulati dalle onde sui litorali o trascinati dalle correnti nei bassi fondi sono abitualmente ricchissimi di conchigliette calcari di rizopodi (foraminifere). È dunque utile di procurarsi campioni di tali detriti e di sottoporli poi ad una cernita diligentissima (1). Le conchigliette che vi si trovano si cavano fuori con un pennello umido e si ripongono in un tubetto di vetro.

Gli infusori si troveranno più abbondantemente nelle acque stagnanti, nelle sorgenti calde e minerali, tra i residui depositati dai ghiacci galleggianti. Essendo quasi tutti piccolissimi, il miglior modo di conservarli si è quello di farne preparazioni microscopiche, secondo le norme prescritte dai micrografi (2).

Le osservazioni intorno alle forme presentate da questi animali saranno assai opportunamente corredate di disegni, i quali, in molti casi, potranno sostituire con vantaggio gli stessi originali, la cui conservazione è sempre difficile.

Quanto ai rizopodi, che si trovano viventi e di cui si vuol conservare l'animale, il miglior partito è di porli in boccette con liquore di Owen od alcool.

Affine di osservare i rizopodi allo stato vivente, si prenda una piccola quantità della materia tratta dal fondo colla draga o col retino e si introduca in un vaso con acqua marina ben pura. Si vedranno allora gli animaletti salire alla superficie del liquido o strisciare sulle pareti del vaso. Intorno ad essi è interessante notare ogni particolarità di struttura e di costumi, perciocchè sono assai poco conosciuti. Se insieme agli animali viventi si trovano gusci vuoti, basta agitare un poco la materia depositata nel fondo del vaso perchè si portino a galla, e si possano separare con un paio di pinzette.

La materia foggiata in organismi rudimentari, il supposto protoplasma che si trova accumulato negli abissi del mare offre all'osservatore esperto nell'uso del microscopio oggetto d'investigazione altamente interessante dal punto di vista della filosofia naturale (3).

(1) Questa si suol fare coll'aiuto d'una lente.

(2) Carnoy, *Manual of Microscopy.* — Louvain, 1880. Ranvier, *Traité technique d'histologie.* — Paris, 1875-80.

Fra i migliori microscopi citeremo quelli di Zeiss, di Gundlach, di Nachet e di Hartnack.

(3) Il professore Maggi e il dottore Cattaneo, a Pavia, si occupano d'infusori; il professore Seguenza a Messina e il professore Silvestri, a Catania, pubblicarono importanti memorie sui rizopodi.

BOTANICA

DI

ANTONIO PICCONE.

PARTE PRIMA.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

Le norme che qui proponiamo a chiunque abbia opportunità di fare raccolte di piante o di prodotti vegetali ed osservazioni botaniche non devono essere prese come assolute; e colui che non è in grado di adempiere al programma che abbiamo tracciato e di procurarsi la suppellettile occorrente non ha motivo di scoraggiarsi. Perciocchè anche con modesti mezzi e nelle condizioni meno favorevoli, ciascuno, purchè dotato di buona volontà, può, in qualche modo, contribuire al progresso della scienza.

Tali norme peraltro riusciranno più intelligibili e proficue al viaggiatore che, prima di accingersi a fare le sue osservazioni e raccolte, avrà studiati almeno i primi elementi della botanica e si sarà alquanto famigliarizzato col linguaggio botanico (1).

(1) Ciò potrà ottenere valendosi dell'uno o dell'altro dei seguenti autori:

G. B. Del Ponte, *Elementi di organografia e fisiologia vegetale.* — Torino.

A. De Jussieu, *Cours élémentaire de botanique.* — Paris, 1878; o la traduzione italiana del professore Del Ponte.

J. Lindley, *Elements of Botany.* — London, 1847.

G. Omboni, *Nuovi elementi di botanica.* — Milano.

A. Pokorny, *Storia illustrata del regno vegetale*; traduzione italiana del professore Caruel — Torino.

A. Richard, *Nouveaux éléments de botanique.* — Paris, 1864.

O. W. Thomè, *Lehrbuch der Botanik.* — Braunschweig, 1877.

Troverà agli elementi della botanica riunite cognizioni sulla classificazione, sui caratteri delle famiglie delle piante, sulla loro distribuzione geografica, ecc., in:

Le Maout et Decaisne, *Traité général de botanique.* — Paris, 1868.

J. Lindley, *The vegetable Kingdom.* — London, 1846.

Le sue fatiche poi daranno più copiosi frutti se egli, prima di mettersi all'opera, avrà chiesti i consigli e le istruzioni di un qualche distinto botanico ed orticoltore (1); se avrà attinte notizie circa alle condizioni topografiche, geologiche e climatologiche dei paesi che intende esplorare; se avrà consultate le opere e memorie che già fossero state pubblicate intorno alla flora e alle produzioni vegetali dei paesi medesimi; se già avrà fatte da solo, o meglio sotto la direzione di persona esperta, alcune pratiche osservazioni ed esercitazioni.

Osserveremo per ultimo che se i viaggi in terre poco o punto esplorate presentano un più ubertoso campo ove il viaggiatore possa esercitare la propria attività e dare sfogo al proprio ardore per la scienza, non sono però a trascurarsi le esplorazioni delle regioni precedentemente da altri visitate, anche a più riprese, imperocchè i fatti giornalieri dimostrano come anche intorno alle piante dei paesi meglio conosciuti per la loro flora sempre sieno possibili nuove osservazioni e scoperte.

La flora d'una regione qualsiasi ed i diversi lavori sulle sue produzioni vegetali non riescono possibilmente completi se i raccoglitori dei materiali che devono servire a comporli non si dedicano con amore e costanza a indagini coscienziose, minute, pazienti e talora anche faticose; se non percorrono il paese, piano o montuoso, coltivato od incolto che sia, in tutte quante le direzioni, abbandonando le strade battute; se non visitano diligentemente *tutte le località* anche più recondite e di meno facile accesso, trovinsi esse in identiche o disparate condizioni; se finalmente nel fare tali raccolte non procedono attentamente osservando e riflettendo e non si spogliano direi quasi da ogni spirito di predilezione. Devono infatti con pari ardore curarsi tutte le specie ed

(1) Non pochi sono i botanici ed orticoltori italiani capaci di dare utili suggerimenti ai viaggiatori a proposito delle osservazioni più importanti a farsi e delle famiglie e specie di piante che più interessa di avere e di studiare e che trovansi nella regione che i viaggiatori medesimi si sono prefissi di visitare. A voler fare di tutti menzione è cosa impossibile, e quindi ci restringeremo a citare tra i botanici il dottore Odoardo Beccari, di Firenze, a tutti ben noto per i viaggi e per le interessantissime raccolte da esso fatte a Borneo, tra i Bogos, alla Nuova Guinea, ecc., i professori Barone Vincenzo Cesati e Teodoro Caruel, direttori rispettivamente degli Orti botanici di Napoli e di Pisa, come quelli che più si sono dedicati a studi generali, riservandoci di far conoscere a suo luogo i nomi di altri che si sono occupati di studi più speciali a riguardo dei diversi rami della botanica. Tra gli orticoltori noteremo Prudente Besson, a Torino; Giovanni Bucco, capo-giardiniere dell'Orto botanico di Genova; Burdin Maggiore, di Torino; Giambattista Canepa, vice-direttore dell'Orto botanico di Roma; Alfredo Denhardt, ispettore dell'Orto botanico di Napoli; i fratelli Formilli, direttori dei civici giardini pubblici di Roma; Angelo Longoni, di Milano e Attilio Pucci, direttore dei giardini municipali di Firenze.

i loro prodotti, sia che trattisi di piante comunissime o rare, gigantesche od umili, di facile o difficile preparazione, simpatiche per la bellezza loro o poco gradevoli per l'aspetto, per il fetore che emanano o perchè irte di aculei e spine. Il raccoglitore deve aver sempre presente che per la scienza tanto è utile il conoscere le specie che ad ogni passo si incontrano, quanto quelle che occupano un'area limitatissima; che per essa tanto interessa lo studio dei più minuti e semplici organismi, quali sono i *Chroococcus* formati da una sola e piccola cellula ed altri simili, quanto delle *Adansonia*, *Wellingtonia*, ecc., che ci rappresentano le più grandiose produzioni del regno vegetale, giacchè dal complesso di tali studi ritrae elementi importantissimi onde sciogliere i più difficili problemi della botanica.

Doppio è lo scopo a cui possono rivolgersi le fatiche d'un botanofilo viaggiatore o di un semplice amatore delle piante, in escursione, cioè a quello di avere semi, bulbi (1), tuberi (2), rizomi (3), ecc., o piante viventi per riprodurre o conservare le specie mediante coltivazione; ovvero esemplari disseccati, od altrimenti conservati, delle specie, delle loro parti o dei loro prodotti, per formarne collezioni ad uso di studio. Entrambi questi rami di ricerche sono molto vasti e suscettibili di divisione come sarà a suo luogo indicato. Difficilissima cosa è l'accudire simultaneamente a tutti questi generi di raccolte, tanto più se è limitato il tempo delle escursioni ed ampio il territorio ove voglionsi praticare. È quindi ottimo consiglio il non ingolfarsi ad esplorare troppo vasta regione, e dividere, se è possibile, il lavoro fra diversi, secondo la speciale attitudine di ciascuno, o dedicarsi da solo ad un genere unico di investigazioni, od a parecchi, tenendo calcolo nella scelta del tempo e dei mezzi che si hanno a disposizione. Si raccomandano di preferenza la raccolta dei semi (4) e quella delle piante essiccate o con altro mezzo conservate.

(1) Diconsi *bulbi* le gemme sotterranee di alcune piante capaci col loro sviluppo di riprodurre una pianta simile a quella da cui ebbero origine. Tali bulbi si riscontrano ad esempio nella cipolla, nel giglio, nei giacinti, nei tulipani, nel colchico, ecc.

(2) *Tuberi* e *radici tuberose* sono quei rigonfiamenti di diversa forma e consistenza che si rinvengono sulle parti sotterranee della pianta o sulle sue radici e generalmente provvisti di fecola. È vero tubero la patata che è munita di gemme; è radice tuberosa quella della *Dahlia* che ne manca.

(3) Col nome di *rizoma* distinguesi lo stelo sotterraneo di molte piante, il quale emette radici dalla parte inferiore e dalla superiore manda fuori del suolo gli altri organi della vegetazione. La canna, le iridi ed altre specie comuni ne danno bellissimi esempi.

(4) L'importazione dall'estero di semi, purchè sani e bene scelti, è preferibile a quella di piante viventi, anche perchè essa non presenta il rischio d'introdurre

A seconda della posizione geografica, della elevazione e del clima del paese, varia l'epoca in cui la vegetazione ha il maggiore suo sviluppo, e quindi il tempo più favorevole per le escursioni. Quando però le circostanze il consentono, ciascheduna località deve essere visitata a differenti epoche nelle varie stagioni. Ed in vero non tutte le specie fioriscono e fruttificano contemporaneamente; non tutte presentano simultaneamente in perfetto sviluppo foglie, fiori e frutti.

Ogni oggetto raccolto va accompagnato da un cartellino di carta forte, cartoncino o pergamena, che si fissa all'oggetto stesso o all'involto ove è contenuto nella maniera più conveniente. Su di esso si scrive con tutta esattezza:

1° Il giorno, mese ed anno della raccolta;

2° Il nome del paese e della località, e, almeno approssimativamente, la sua elevazione;

3° La natura del suolo e la sua esposizione;

4° Il nome volgare della specie a cui appartiene.

In un angolo poi del medesimo si segna il numero progressivo della collezione. Ciò facilita assai l'ordinamento delle osservazioni speciali fatte in campagna e mentre si classificano, si preparano e si muniscono di cartellini i materiali *al ritorno d'ogni singola escursione.*

Tali osservazioni si scrivono in un libretto o giornale d'annotazioni. In esso, dopo il numero corrispondente a quello che porta l'oggetto, si trascrivono fedelmente tutte quante le suddette osservazioni e le particolarità state rilevate da un accurato esame dell'oggetto o dell'individuo del quale faceva parte, e più specialmente *quelle che non possono più riscontrarsi nell'oggetto preparato od essiccato.* Allorchè esso ha o si crede suscettibile di avere applicazioni all'industria, all'economia domestica, alla medicina, ecc., se ne fa speciale menzione.

Avendo le medesime una rilevante importanza, è bene conoscere su quali punti devono specialmente aggirarsi a seconda della natura delle collezioni.

Per i semi, piante viventi, ecc., destinati a riprodurre e conservare la specie mediante coltura, o ad acclimarla nei nostri paesi se conveniente, si nota:

1° Circa al suolo:

a) La sua natura chimica: s'egli è, per esempio, calcare, siliceo, argilloso, formato da terriccio vegetale, ecc.;

in paese dannosi parassiti vegetali o animali, i quali potrebbero trovarvi condizioni favorevoli al loro sviluppo e propagazione, come si ammette essere avvenuto per l'*Oidium Tuckerii, Berk.*, o crittogama della vite e per la *Phylloxera vastatrix, Planch.*, che danneggia ed uccide la vite medesima.

b) Il fisico suo stato d'aggregazione: cioè, se formato di roccie, di ruderi, o di terreno compatto, permeabile, sabbioso, ecc.;

c) Il suo grado di umidità, ossia se asciutto, umido, acquitrinoso, paludoso e ricoperto da acque limpide o melmose, stagnanti o correnti. Delle acque si indica se sono dolci o salmastre, l'altezza a cui giungono e la loro temperatura;

d) Se è piano, se è rivolto a nord, a sud od altro punto;

e) Se è soleggiato od all'ombra, se riparato od esposto ai venti, e quali di preferenza vi dominano;

f) Se è posto al livello del mare od approssimativamente a quale altezza dal medesimo.

2° Circa alla pianta, se è specie:

a) Erbacea (1) (e possibilmente se è annua, bienne o perenne) (2), suffrutescente (3), frutescente (4) od arborea (5), e quale altezza raggiunge (6);

b) Serpeggiante sul suolo o rampicante, ed a quali sostegni e con quali mezzi si appoggia;

(1) Piante *erbacee* sono quelle aventi i loro steli di debole consistenza perchè in esse, in ragione specialmente della breve loro durata, poco sviluppata è la parte legnosa o fibroso-vascolare.

Diconsi poi *annue* se in un anno o meno compiono tutti i periodi della loro vita, cioè nascono, fioriscono, fruttificano e muoiono: es. fagiuolo — *bienni* se impiegano due anni circa per compiere tutte le fasi della loro esistenza: es. prezzemolo — *perenni* se sono di più lunga durata ed emettono annualmente nuovi rami erbacei: es. erba medica.

(2) Quattro segni convenzionali sono adoperati per brevità nella descrizione delle specie. Il primo a sinistra serve per denotare che sono annue, il secondo bienni, il terzo perenni, ma erbacee, il quarto perenni a stelo legnoso.

⊙ ⚇ ♃ ♄

(3) Chiamansi suffrutescenti le piante a stelo legnoso ramificantesi dalla base e i di cui rami persistono soltanto nella parte inferiore per isviluppare altri rami nell'anno successivo, come scorgesi nella salvia officinale.

(4) Frutescenti sono quei vegetali a tronco ramificato fin dalla base con rami legnosi come vedesi nel mirto.

(5) In un albero lo stelo corre per un certo tratto indiviso fuori del terreno e poi si ramifica: per esempio il castagno.

(6) Incontrando alberi giganteschi se ne misura la circonferenza ad un metro dal terreno, se ne determina approssimativamente l'altezza e si osserva se rapido o lento è l'accrescimento della specie, traendo profitto dall'esame di altri individui di differente età e dei rami in quell'anno sviluppatisi. I dati raccolti servono a calcolare l'età della pianta misurata e a fornire nuovi materiali per lo studio della longevità degli alberi.

c) Acquatica, galleggiante o sommersa e a quale profondità;

d) Parassitica e su quali specie.

3° Circa al clima: particolarità intorno alla temperatura, sia media che estiva ed invernale; alla frequenza delle pioggie, all'umidità dell'aria, ecc.

Tali cognizioni sono indispensabili al giardiniere cui sono gli oggetti affidati, onde possa scegliere il metodo di coltivazione che a ciascuna specie più si addice.

Allorchè trattasi invece di materiali per collezioni scientifiche, cioè per erbarii, per collezioni di frutti, o carpologiche, di legni o xilologiche, ecc., *oltre quelle segnate nel paragrafo precedente* si fanno osservazioni:

1° Sui caratteri presentati dalla pianta vivente, studiando tutte le singole sue parti principali (radice, tronco, rami, foglie, fiori e frutti), come pure i varii organi di cui alcune sono formate (1), e notando in modo particolare la loro forma, la loro disposizione, il colore, l'odore, il sapore, ecc., tutti i caratteri insomma che colla preparazione possono andare perduti od alterarsi.

2° Circa ai fiori. Per essi, oltre al notare il colore delle loro parti ed il loro odore, si dovranno anche in campagna studiare (o meglio conservare con i mezzi suggeriti nella parte di questo volume che tratta delle collezioni zoologiche) (2) gli insetti che frequentano i fiori medesimi, attratti appunto dai loro colori o dalle loro esalazioni, e determinare almeno l'ordine (3) al quale appartengono; converrà inoltre esaminare se i fiori, essendo ermafroditi (4), sono proterandri o protero-

(1) Non si può comprendere il valore dei caratteri tratti dalle modificazioni di forma e dal vario numero degli organi se non in seguito di studio fattone con l'aiuto di un trattato elementare. Essi d'altronde sono importantissimi perchè servono a distinguere fra loro gli ordini, le famiglie, i generi e le specie.

(2) Vedi *Zoologia* per A. Issel e R. Gestro.

(3) Gli ordini degli insetti sono sette, cioè: coleotteri, ortotteri, nevrotteri, imenotteri, lepidotteri, emitteri e ditteri. Facili sono ad apprendersi i caratteri distintivi dei medesimi e che sono esposti in tutti i trattati elementari di storia naturale o meglio di zoologia. Essi furono anche riportati nella parte di queste istruzioni che riguarda la zoologia e dovuta, come sopra fu accennato, ai professori A. Issel e R. Gestro.

(4) Nei fiori sono situati gli organi di riproduzione delle piante, ossia l'organo maschile o androceo, composto degli stami in ognuno dei quali havvi il filamento e l'antera contenente il polline, e l'organo femmineo, detto gineceo o pistillo, formato dai carpelli che constano dell'ovario, contenente gli ovuli che devono essere fecondati, dello stilo e dello stimma. I fiori sono *ermafroditi* se in essi trovansi entrambi gli organi, unisessuali se in essi sono i soli organi maschili o stami, oppure i soli organi femminei o carpelli. Le piante in rapporto a questi caratteri dei fiori si dividono in ermafrodite, monoiche, dioiche e poligame. Gli individui delle

gini (1), avendo tutto ciò grande importanza per ispiegare fatti relativi alla fecondazione incrociata ed alla dicogamia delle piante (2).

3° Per rispetto ai frutti ed ai semi. Se sono pesanti o leggieri e capaci di galleggiare sull'acqua, se muniti di ali membranose od altre appendici, in guisa da poter essere da correnti acquee od aeree, o da animali trasportati a distanza: se il colore, l'odore od il sapore che posseggono servano ad attrarre uccelli carpofagi, i quali possono contribuire alla loro disseminazione;

4° A riguardo del genere di vita della pianta, notando l'epoca in cui germoglia, in cui si veste di foglie e si spoglia se ha foglie caduche, quella in cui fiorisce e matura i suoi frutti; nonchè se essa cresce gregaria od isolata, in luoghi incolti, coltivati od abbandonati, in prati, boschi, spiaggie marittime, ecc., in vicinanza di abitazioni od opifici;

5° Intorno alla maggiore o minore diffusione delle specie; al grado

prime recano sempre fiori ermafroditi. Quelli delle seconde portano insieme fiori maschili e fiori femminei. Nelle terze in ogni individuo sono o soli fiori con stami o soli fiori femminei. Nelle ultime infine trovansi insieme fiori ermafroditi e fiori unisessuali.

(1) I fiori sono poi proterandri se gli stami acquistano il loro perfetto sviluppo e le loro antere si aprono per emettere il polline, ossia il polviscolo che deve fecondare gli ovuli, quando i carpelli dello stesso fiore non sono ancora sviluppati o hanno lo stimma non ancora in grado di utilmente ricevere il polline medesimo. Si dicono proterogini nel caso opposto, ossia quando i carpelli sono completamente sviluppati e pronti a ricevere sullo stimma il polline, mentre gli stami del fiore medesimo non sono ancora maturi, ossia capaci di emettere il polline stesso.

(2) La natura nel regno vegetale promuove le nozze promiscue, ossia la fecondazione degli ovuli di un fiore di una data specie con il polline elaborato da un fiore della stessa specie, ma situato su altra pianta o almeno sulla pianta stessa, e schiva le consanguinee, ossia la fecondazione degli ovuli di un fiore con il polline prodotto dagli stami del fiore medesimo. Ciò perchè le prime riescono utili e le seconde invece dannose alla conservazione delle piante; giacchè con le nozze consanguinee talvolta non si effettua la fecondazione o i semi che se ne ottengono sono di cattiva qualità. Riesce a questi risultati con mezzi diversi, semplici e meravigliosi. Tra questi mezzi noi troviamo la speciale forma e disposizione delle diverse parti del fiore, ossia gli adattamenti organici; quello di cui è caso nella nota precedente, ecc. Il trasporto poi del polline dal fiore ove fu prodotto a quello ove deve operare la fecondazione, è fatto dai venti (piante anemofile) o dagli animali, ma più particolarmente dagli insetti (piante entomofile).

Il viaggiatore che desiderasse di raccogliere nuovi e sempre interessanti materiali per lo studio di questa parte della botanica dovrà prepararvisi leggendo ciò che ne scrisse il SACHS nel suo *Traité de botanique*, a pagine 1058-1070 (traduzione francese dovuta al VAN TIEGHEM - Parigi 1874), o meglio i lavori di DARWIN, DELPINO, HILDEBRAND, FR. MÜLLER, SPRENGEL, ecc., citati dal SACHS medesimo. Potrà inoltre chiedere istruzioni al professore FEDERICO DELPINO, direttore dell'Orto botanico dell'Università di Genova, il quale fece lunghi e profondi studi e pubblicò non pochi e pregiati lavori su questo argomento.

di elevazione ove esse cominciano a crescere e a quello ove esse cessano di vegetare; al predominio dei boschi, dei pascoli, delle paludi, ecc.; alla proporzione in cui stanno fra loro; alle specie di cui le boscaglie sono formate, a quelle che più abbondano nei pascoli, che infestano i campi, ecc., o che sono più o meno estesamente coltivate.

Queste indicazioni, unite alle altre già segnalate, sono messe a profitto nel determinare o classificare le specie, per istudiarne il sistema di fecondazione, la distribuzione geografica (1) in ordine al clima delle differenti regioni, alla composizione chimica e natura del suolo, nonchè alla sua esposizione ed elevazione sul livello del mare, all'azione della luce, alla loro disseminazione naturale, ecc., e per sapere se sono vere specie indigene o per avventura naturalizzate od avventizie.

Talune particolarità sulla forma dei fiori, dei frutti e delle loro parti, e sulla struttura di altri organi della pianta, si prestano difficilmente ad una esatta descrizione, specialmente per coloro cui non è famigliare il linguaggio scientifico. Una buona figura dal vero, in proporzioni identiche o ridotte (notando la proporzione seguita), riesce in questi casi utilissima e serve meglio di qualunque descrizione, benchè completa e fedele. Essa si conserva a parte col numero corrispondente a quello dell'oggetto o si unisce al libretto dopo le osservazioni.

Eseguite le raccolte è d'uopo provvedere alla loro conservazione, facendo accurato imballaggio e sollecita spedizione, per la via più breve e più sicura, degli oggetti di cui nella prima parte, e mantenendo in siti perfettamente asciutti e dove non possa penetrare polvere quelli di cui nella seconda, finchè non venga il momento di incassarli con diligenza per farne invio a destinazione. Fra i pacchi delle piante essiccate, e specialmente fra quelli che racchiudessero dei funghi, si versa un po' di benzina, qualche goccia di acido fenico, o vi si pone della naftalina, e ciò onde allontanarne gli insetti fino a che si possa assoggettarle all'avvelenamento col sublimato corrosivo, da chi si incarica di ordinarle in collezione.

Il bagaglio del botanico viaggiatore va limitato al puro necessario e sarà proporzionato alla natura del viaggio e delle collezioni, all'importanza delle località, circa alle condizioni delle quali, come già si è

(1) A coloro che desiderassero fare osservazioni e studi speciali sulla distribuzione geografica delle piante, suggeriamo la lettura dell'articolo *Pflanzengeographie* del professore A. Grisebach pubblicato a pag. 333-358 dell'opera di G. Neumayer e che ha per titolo *Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der kaiserlichen Marine*, Berlin, 1875; o quanto meno del sunto fattone dal signor A. Mallarmé nella *Revue maritime et coloniale*, t. 51 - 1876, pag. 389-396.

detto e quando se ne ha il mezzo, si assumono anticipate informazioni. Ne farà parte possibilmente ed a seconda delle circostanze:

1° Un robusto coltello tascabile;

2° Una lente *stanhope* o meglio una *tri-loupe*, o microscopio semplice da tasca, formato da tre lenti biconvesse di differente curvatura, armate insieme in maniera che possono, separatamente o sovrapposte, impiegarsi per l'osservazione degli oggetti ed organi minuti;

3° Un buon cannocchiale che può essere utile per esaminare le rupi circostanti e le specie che vi allignano; per accertarsi se alberi molto elevati o fra loro intricati appartengono o no a specie differenti, o già possedute, ecc.;

4° Un barometro ed un termometro per raccogliere i dati circa alla elevazione ed alla temperatura allorchè devesi erborizzare in regioni poco cognite, sia dal lato topografico che meteorologico;

5° Una scatoletta tascabile, da portarsi nelle lunghe escursioni, contenente ammoniaca, nitrato d'argento solido e burro d'antimonio in piccole bottiglie di vetro a turacciolo smerigliato, più del taffetà, del diachilon, un bisturi, una lancetta, un paio di pinzette, forbici, spilli, due bende almeno, alcune compresse di tela, filaccie e filo. Questi oggetti tornano utilissimi per curare le punture o morsicature che possono essere fatte al raccoglitore da qualche animale velenoso, e le ferite o contusioni prodotte dal maneggio degli strumenti o da accidentale caduta.

Gli strumenti ed oggetti di piccola mole e di poco peso non è male averli duplicati.

È quasi superfluo l'avvertire che il vestiario in genere deve essere adattato al clima delle località che si hanno a visitare. Occorre piuttosto di insistere sulla necessità che nei vestiti vi sieno molte tasche e di varie dimensioni onde potervi collocare i molti oggetti che è necessario aver seco.

Una matura riflessione e sopratutto l'esperienza suggeriscono infine le più minute cure da usarsi, nonchè le modificazioni ai metodi proposti, onde usufruttare le accidentali risorse e supplire a qualche difetto degli strumenti e dei materiali da adoperarsi (1).

(1) Potrà il viaggiatore attingere particolari sulla maniera di fare e conservare le collezioni nelle opere delle quali facciamo seguire l'enumerazione.

T. Caruel, *Guida del botanico principiante*. — Firenze, 1866.

E. Cosson, *Instructions sur les observations et les collections botanique à faire dans les voyages* (Bulletin de la Société botanique de France, 1871).

L. Eger, *Il raccoglitore naturalista;* traduzione del professore M. Lessona. — Torino, 1877.

E. Germain de St-Pierre, *Guide du botaniste*. — Paris, 1851.

PARTE SECONDA.

COLLEZIONI PER LA RIPRODUZIONE E CONSERVAZIONE DELLE SPECIE DA COLTIVARSI.

I.

Semi.

Oggetti per la raccolta, conservazione e spedizione:

1° Scatole in cartone, legno o lamiera metallica. Avendone la comodità, si faranno cubiche o parallelopipede, di dimensioni gradualmente crescenti o decrescenti, in modo da poterle disporre le une dentro alle altre e farle tutte capire in una o parecchie delle più grandi. Ciò fa economizzare spazio anche nell'imballarle allorchè sono riempite;

2° Sacchettini di tela di differente capacità;

3° Alcune piccole bottiglie in vetro o lamiera, a larga apertura, rispettivamente munite di buon turacciolo di sughero e di un pezzo di cartapecora onde chiuderle ermeticamente a tempo debito;

4° Carta senza colla ed alquanto resistente;

5° Cartellini in carta gommata e pergamena;

6° Sabbia, terra o segatura di legno resa in perfetto stato di essiccazione, mediante insolazione o riscaldamento artificiale.

E. Germain de St-Pierre, *Nouveau dictionnaire de botanique.* — Paris, 1870. (*V. Herbier, Herborisations,* ecc.)

Instructions pour les voyageurs et pour les employés dans les colonies sur la manière de recueillir, de conserver et d'envoyer les objets d'histoire naturelle, redigées par l'Administration du Museum d'histoire naturelle. — Paris.

D. Kaltbrunner, *Manuel du voyageur* (pag. 441-462). — Zurich, 1879.

A Manual of scientific enquiry prepared for the use of officiers in her majesty's navy and travellers in general. — London. — L'articolo che riguarda la parte botanica è fatto da William Hooker e rivisto da J. D. Hooker.

B. Verlot, *Guide du botaniste,* ecc. — Paris, 1879.

G. Neumayer, *Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der kaiserlichen Marine.* — Berlin, 1875. Tre sono gli articoli ivi contenuti e che riguardano la botanica, ossia:

Pflanzengeographie: professore A. Grisebach, pag. 333-358.

Die geographische Verbreitung der Seegräser: professore P. Ascherson, pagine 359-373.

Ueber Sammeln und Conserviren von Pflanzen höherer Ordnung (Phanerogamen): dottore G. Schweinfurth, pag. 374-388.

Perchè i semi si trovino in istato da poter germogliare, allorchè se ne fa la seminagione, è necessario che provengano da frutti maturi e che siano raccolti da non lungo tempo. Devono perciò, pochi essendo quelli che conservano per anni la loro facoltà germinativa, essere trasmessi progressivamente alla direzione dell'orto botanico o dello stabilimento d'orticoltura a cui sono destinati.

Durante le escursioni si raccolgono dalle piante i frutti maturi che portano o quelli di recente caduti sul terreno; ivi non è difficile il trovare pure sternati i semi delle specie a frutto deiscente (1). Allorchè si incontrano felci, si prendono dei pezzi di fronda fruttifera (2). Sul luogo stesso della raccolta si mettono in un cartoccio a parte i frutti od i semi di ciascuna specie con sopra, a lapis, le annotazioni occorrenti.

Se i frutti od i semi sono di fanerogame (3), che stanno sommerse o galleggianti in paludi, canali, laghi, fiumi, ecc., o sono sporangii (4) di crittogame (5) viventi esse pure nell'acqua (isoetidee e rizocarpee), bisogna riporli, specie per ispecie, in piccola bottiglia, che si riempie con melma acquosa, affinchè siano in essa bene immersi e non vi rimanga che la minor quantità d'aria possibile. Si chiude ermeticamente mediante il turacciolo e la cartapecora bagnata, che si stende sopra il medesimo e si lega strettamente attorno al collo della bottiglia stessa.

Al ritorno d'ogni escursione si dispongono in sito ombreggiato, asciutto ed inaccessibile agli animali frugivori e granivori tanto i frutti secchi indeiscenti (6) dai quali mal fatto sarebbe togliere il pericar-

(1) Si vedono spesso sotto ad una pianta numerosi insetti, specialmente formiche, intente a trasportare nei loro rifugi i frutti od i semi dalla stessa caduti. Seguendo la loro direzione si scopre il sito ove vanno a depositarli ed ivi si trovano in copia e generalmente in buono stato di conservazione.

(2) Nelle felci la fruttificazione, sotto forma di piccoli ricettacoli convessi, allungati, ecc., e di colore generalmente ferrugineo, trovasi disposta sulla pagina inferiore della fronda come nel *polipodio*, o sul margine di essa, quale osservasi nel *capel-venere* e nella *felce aquilina*, ovvero su fronde di forma speciale, per esempio nell'*Osmunda*.

(3) Le piante fanerogame sono caratterizzate dall'avere fiori in cui risiedono gli organi sessuali o di riproduzione (Vedi nota n° 4 a pagina 436).

(4) Col nome generico di sporangio distinguesi il ricettacolo di diversa struttura e forma nel quale in molte crittogame sono contenuti i semi o spore.

(5) Nelle crittogame (benchè esistano apparati riproduttori) non si trovano nè veri stami, nè veri pistilli.

(6) Nel frutto si distinguono il *pericarpio* ed il *seme*. Il primo è formato da tre parti che, procedendo dall'esterno all'interno, sono l'epicarpio, il mesocarpio e l'endocarpio, rappresentati rispettivamente, in una ciliega ad esempio, dalla pelle, dalla parte succulenta ed edule e dall'osso propriamente detto. Quando nel pericarpio la parte mediana o mesocarpio è, come nel caso citato e nella pesca,

pio (1) (ossia mettere a nudo i semi), quanto i frutti deiscenti (2); tanto i semi raccolti o tolti da frutti deiscenti o carnosi (3), quanto infine i semi dei frutti carnosi provvisti di endocarpio (4) osseo o coriaceo, dal quale mai non devono essere estratti. Le fronde fruttifere delle felci od i loro frammenti si racchiudono subito in un cartoccio onde evitare la dispersione delle spore (5), e perchè possano essiccare, si lasciano i cartocci stessi esposti all'aria.

Ogni possibile attenzione va usata onde evitare qualunque mescolanza e confusione, specialmente per frutti e semi di piccole dimensioni. Man mano che si compie il loro prosciugamento, si rinserrano in distinti ed appositi cartocci, in sacchetti di tela od in iscatole, accompagnandoli col rispettivo cartellino.

I semi oleosi ed altri (come sarebbero ad esempio quelli del lino, del sesame, del caffè, delle camelie, ecc.) si collocano, appena asciutti, in iscatole frammezzo a sabbia, terra o segatura di legno perfettamente secca, onde conservino per tempo maggiore la facoltà di germogliare.

Devono per ultimo imballarsi diligentemente in una cassetta le bottiglie, ed in altra i cartocci e le scatolette, che vanno preservati dall'umidità anche durante il viaggio.

II.

Bulbi, tuberi, rizomi, ecc.

Oggetti per la raccolta, conservazione e spedizione:

Oltre ai cartellini in cartoncino o pergamena, ed alla terra, sabbia o segatura di legno essiccata (vedi *semi* numeri 5 e 6), tornano utili:

1° Il martello a zappa o il bastone con piccola marra (vedi le figure alla pag. 450.

2° Cassette o scatole in legno o lamiera metallica.

Gli oggetti dei quali è caso si raccolgono sol quando la pianta è in riposo, o meglio quando le sue foglie sono essiccate. L'estrazione dal suolo si fa con l'uno o l'altro degli strumenti sopra citati, o con altri più robusti quando si tratti di rizomi o di tuberi e bulbi posti a note-

nell'albicocca, ecc., molto sviluppata e succulenta, il frutto dicesi carnoso: nel caso contrario dicesi secco (pisello, fagiuolo, ecc.). Chiamansi poi deiscenti quei frutti, nei quali, giunti a maturità, il pericarpio apresi spontaneamente per mettere in libertà i semi, come osservasi nelle viole, nei cavoli, ecc., indeiscenti quelli nei quali ciò non avviene.

(1), (2), (3), (4) Vedi la *nota* precedente.

(5) Si dà il nome di spore ai semi delle piante crittogame.

vole profondità nel terreno. Sempre però si ha gran cura di non produrre loro alcuna lesione. Qualora poi fosse il rizoma di lunghezza eccessiva, si può amputare la parte più vecchia, o dividerlo in due o più pezzi con coltello ben affilato, onde le ferite riescano a superficie ben liscia.

Per conservarli si ripongono (dopo aver fissato il cartellino a ciascuno o al loro inviluppo) in cassette o scatole a strati alternati con sabbia, terra, o meglio con segatura di legno, che alla leggerezza accoppia la qualità d'essere cattiva conduttrice del calorico, e si tengono sempre in condizioni tali che non possano assorbire umidità. Se i rizomi sono di piante acquatiche, la cassetta deve naturalmente essere metallica. Collocati in essa gli oggetti, si riempie quasi del tutto con melma acquosa e poi si salda il suo coperchio.

III.

Botture o talee (1).

Raro è il caso in cui si ricorre a questo genere di raccolte per riprodurre e conservare allo stato di coltivazione le specie incontrate nei viaggi e nelle escursioni. Si possono con probabilità di successo riportare dei rami, da trasformarsi in botture, solamente quando le piante non sieno in attiva vegetazione e quando dopo poche settimane o un mese al più si possano mettere nel terreno o consegnare a chi deve curarne la piantagione. Questi rami possono essere tanto di piante erbacee che d'altra natura. Essi devono essere recisi con coltelli ben affilati e non molto lunghi (uno o due decimetri circa). Onde si conservino si avvolgono con erba o con foglie fresche, meglio ancora con lo sfagno, e si fasciano infine in carta o tela cerata. Quando se ne ha il comodo si

(1) Tra i mezzi dall'uomo adoperati per la moltiplicazione delle piante, e più particolarmente per conservare e moltiplicare quelle varietà o forme delle specie che sono distinte per caratteri non ereditarii (e che quindi non si possono riprodurre per semi) e che pur sono assai pregevoli o pei loro bei fiori o per i loro grossi e buoni frutti, dobbiamo annoverare le margotte, le propaggini ed anche le talee o botture.

Una bottura, generalmente parlando, altro non è che un ramo, munito di gemme, tagliato da una pianta e che posto per la sua parte inferiore, e per metà circa, entro a terreno convenientemente preparato, trovasi in condizioni tali che possano formarsi su di esso delle radici, le quali gli permettano di vivere a sè, di svilupparsi, di darci insomma una vera pianta. — I magliuoli, impiegati dagli agricoltori per moltiplicare le varietà della vite, altro appunto non sono che talee o botture.

piantano prima, per la loro parte inferiore, entro ad argilla bagnata, a tuberi, di patata ad esempio, od a grossi frutti carnosi come le zucche, ecc.; sostanze tutte che contribuiscono assai bene a mantenerli freschi.

Difficilmente e solo per i grossi tronchi delle cicadee, o per le piante carnose e succulente, havvi speranza di conservare i loro steli o i loro rami per qualche mese nelle condizioni richieste perchè le botture possano riuscire. Sono piante carnose quelle che hanno lo stelo e le foglie di grande spessore perchè in questi organi abbondano assai i tessuti cellulari e ne abbiamo esempio nelle cosiddette piante grasse, come i *Cactus*, le *Opuntia* (volgarmente fico d'India), ecc., nelle agave, in alcune euforbie, ecc. Quando trattasi di queste specie si taglia la bottura dove havvi un'articolazione o almeno una contrazione dello stelo o del ramo, ovvero tagliasi il ramo stesso alla sua origine. Prima di fasciare queste botture in carta od altro si fa ben prosciugare al sole od in altra maniera la parte tagliata che è umidissima, giacchè altrimenti questi rami andrebbero a male e più non se ne potrebbero ottenere le botture. Si conservano in luogo ove non possano essere danneggiati dall'umidità.

Non è qui il luogo di esporre quali regole dovrà seguire il viaggiatore che di ritorno potesse e volesse egli stesso far botture de' rami raccolti, regole che variano secondo la natura delle piante, ecc. Egli potrà trovarle in trattati speciali di orticoltura e floricoltura.

IV.

Piante vive.

La raccolta di piante viventi va sempre limitata a specie di difficile riproduzione per semi, ecc., in esemplari piccoli, in buono stato e possibilmente in epoca nella quale non si trovino in piena vegetazione o fioritura; ammesso, beninteso, che si abbiano mezzi di facile, pronto ed accurato trasporto, o si possa disporre di piccolo giardino o di vasi ove collocarle fino al giorno della spedizione.

Con l'aiuto del martello da erborizzazione od altro istrumento adatto si svelgono gli esemplari dal suolo con diligenza, cominciando a scavare a competente distanza dal tronco delle piante, affine di produrre il minor danno possibile alle loro radici od altre parti sotterranee, ed in modo che resti attorno alle medesime una zolla del terreno ove vivevano; zolla che si conserva con acconcia fasciatura.

Per le orchidee ed altre piante epifite, viventi cioè sul tronco o

rami degli alberi, è d'uopo recidere la porzione della matrice su cui vegetano con piccola sega, con accetta o coltello, a seconda dei casi. L'imballaggio di esse consiste nel fissare, attorno alle pareti della cassa entro alla quale si rinchiudono con coperchio a viti, la loro matrice, ma in maniera da poter essere facilmente tolte e rimesse, perchè molto giova per conservarle il disporle, quando sia possibile, per qualche ora all'aria libera in giornate belle ed asciutte.

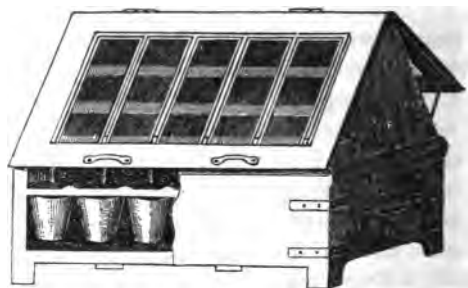
Tre sono i principali e differenti metodi di imballaggio. Si adotta l'uno o l'altro, tenendo conto della natura delle piante e della durata del viaggio. I cartellini da fissarsi con filo metallico alle piante, o quelli servienti per indirizzo si fanno in legno per impedirne la dispersione e distruzione per causa di umidità, ecc., e sopra di essi si scrive con lapis o tinta ad olio.

Il primo dei metodi anzidetti è applicabile a specie rustiche, a quelle che stanno per molto tempo in riposo di vegetazione, a grossi rizomi di felci, tronchi di cicadee, ecc. Può praticarsi, in molti casi, anche quando il viaggio sia di due o tre mesi. Si spiega sul suolo un pezzo di tela grossolana, di stuoia, ecc., od un fascetto cilindrico di paglia o fieno legato strettamente ad un capo e che viene per tal modo a prendere una forma circolare o raggiata. Vi si stende uno strato di borraccina, fieno sminuzzato, foglie secche od altre consimili sostanze, si colloca al centro la zolla della pianta estratta dal terreno o dal vaso, e sovr'essa si pone nuova borraccina, od altro, prima di avvilupparla o legarla. Tanto il terreno della zolla, quanto le sostanze che la circondano si bagnano, ma moderatamente, perchè un'eccessiva umidità riesce dannosa od anche fatale. Gli esemplari sono poi riuniti in vario numero a fascio, collocando tutte insieme le ceppaie, legando fra loro gli steli e frapponendo nei punti soggetti a confricazione o pressione una materia soffice che impedisca le scortecciature. Tal fascio nuovamente si protegge con paglia, ecc., si avviluppa in stuoie o simili, e per bene si rilega. Nel viaggio si pone in sito non umido (particolarmente se sopra un bastimento) e riparato, dove cioè non asciughi troppo per l'insolazione o per la circolazione dell'aria, e di tempo in tempo si inumidisce alquanto la parte ove sono situate le zolle o ceppaie delle piante.

Il secondo si usa per piante meno rustiche o in esemplari piccoli, ma esse pure in riposo, e per i viaggi di due mesi al più. Gli individui preparati e innaffiati come nel precedente sistema (1) si dispongono con ordine sul fondo di una o più forti casse di legno proporzionate in am-

(1) Le piantine poste in piccolo vaso possono prepararsi, senza estrarnele, in identico modo.

piezza al numero ed all'altezza dei soggetti che devono contenere. Si pone sotto, attorno e sopra le fasciature delle zolle, muschio, paglia e simili sostanze, e per evitare rimescolamenti e danni durante il trasporto, si fissano orizzontalmente sulle pareti interne ed opposte della cassa, mediante le loro estremità, delle listarelle o bastoncini di legno, in maniera che alcuni tengano in posto le zolle, ed altri collocati a differenti altezze permettano di assicurare a loro in uno o più punti gli steli, mediante legatura con interposizione di carta o muschio per evitare ogni contusione. Il coperchio della cassa si fissa con viti bene ingrassate per facilitarne l'apertura nei casi in cui si possa durante il viaggio visitare il contenuto, per innaffiarlo, se fa d'uopo, toglierne le parti guaste, assicurare gli oggetti spostati, ecc. (1). Queste casse vanno riparate e difese specialmente dall'insolazione. Nei bastimenti si mettono sotto coperta in luogo asciutto ed appartato.

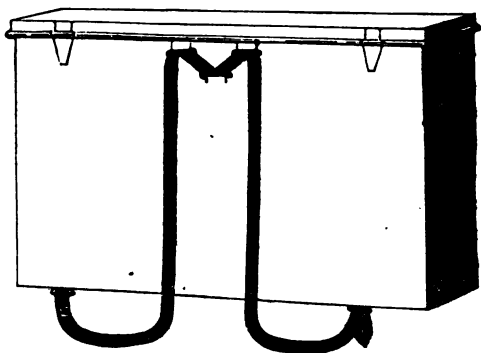
Il terzo giova per trasportare tutte le specie, benchè trovinsi alquanto in vegetazione, ma particolarmente si adopera per quelle delicate e per i viaggi di mare, qualunque sia la loro durata. La cassa rappresentata dalla figura, solidamente ed esattamente costrutta con legno forte, ha in media la lunghezza di 1 metro, la larghezza di 0^{m}, 60 e l'altezza totale di poco inferiore alla lunghezza. Il suo coperchio è formato da due intelaiature con vetri (2) disposti in serie e sovrapposti come le tegole dei tetti, e fissati lateralmente al legno con istucco. Esse sono articolate nella parte superiore con la cassa mediante cerniera metallica, e poste obliquamente, incontransi ad angolo, poggiano e combaciano esattamente

(1) Le casse con pareti o coperchio bucherellati per la circolazione interna dell'aria non sono da adottarsi perchè permettono ai topi ed altri animali di penetrare nell'interno e danneggiare le piante.

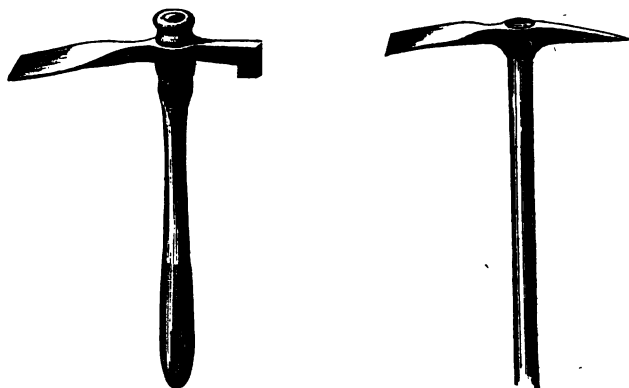
(2) Da taluni si adoperano casse con coperchio a vetri ad un solo versante. Per il trasporto poi di alcuni generi, per le camelie ad esempio che dai porti italiani si spediscono nell'America meridionale, fanno buona prova queste casse con coperchio mobile ad un solo versante ma tutto in legno. Si lasciano aperte sulla coperta del bastimento, e si chiudono o si asportano nei giorni cattivi o durante fortunali.

su tutti i lati della cassa. Possono a volontà sollevarsi con maniglie fissate nel lato inferiore, tenersi aperte, sostenendole con bacchette di ferro mobili, situate sulle pareti interne della cassa, o chiudersi mediante brevi bacchette metalliche mobili attorno ad un perno situato al lato esterno e terminate ad uncino rivolto dall'alto al basso, che va ad incastrarsi in un piccolo anello orizzontale avvitato nel coperchio. Onde proteggere i vetri si pone al disopra di essi una rete con intelaiatura metallica, sostenuta da piedritti dell'altezza di 3 centim. circa, che si fissano con viti sul telaio in legno. Per facilitarne il maneggio, sonvi ai lati minori due forti maniglie orizzontali di ferro, e per prolungarne la durata, potendo essa servire per diverse e successive spedizioni, si colorisce ad olio con tinta non oscura.

Il fondo della cassa si riempie con i vasi ove trovansi le piante, oppure con uno strato di 4 a 5 centimetri di ghiaia, pezzi di stoviglie e simili sostanze per formare drenaggio, eppoi con terra di natura simile a quella da cui si estraggono le specie per trapiantarvele. Per alcune felci, orchidee epifite, ecc., si sostituisce la terra con uno strato di sfagno. Terminata questa operazione si inaffia moderatamente il contenuto, indi si forma una copertura di paglia od altro sopra i vasi, ecc., e sovra di essa si poggiano a forza listarelle di legno in direzione trasversale e longitudinale fissate nell'interno della cassa e che impediscono ogni spostamento delle piante.

Il luogo più acconcio per le casse così preparate è un angolo riparato della coperta del bastimento allorchè si passa in paesi più caldi, e uno spazio illuminato e caldo sotto coperta allorchè si va in paesi più freddi. Se ne ritraggono però o meglio si riparano nei tempi freddi o cattivi. Sempre si procura che siano assicurate e si evita che penetri nel loro interno acqua salata essendo dannosa alle piante, o che vi entrino topi ed altri animali che le guastano. Si fa di quando in quando una diligente ispezione per accertarsi se è necessario innaffiarle e pulirle, per toglierne le foglie guaste, ecc. Si aprono, se si giudica opportuno, per qualche ora nelle belle giornate. Impossibile è del resto enumerare tutte le cure da prodigarsi a seconda dei casi e che ciascuno che si interessa al buon esito può facilmente immaginare.

la preparazione, racchiusi in due robusti cartoni che si rinserrano con cinghie, e che alcuni fasciano esternamente di cuoio ed all' interno di tela cerata. Una veste parimente di tela cerata lo difende in caso di pioggia.

3° *Martello a zappa per erborizzare.* — Esso ha 22 centimetri circa di lunghezza, e la maggiore larghezza della parte destinata a scavare è di centimetri 6. Il manico è di legno forte, lungo 30 centimetri e terminato superiormente a vite, nella quale si fa andare la madrevite che serve a fissare e tenere in posto la parte metallica. Presenta sufficiente resi-

stenza per essere adoperato in tutti i terreni (specialmente se la parte superiore del manico ove è la vite e la madrevite si fa in ferro), il vantaggio d'occupare poco posto e di poterlo facilmente armare al momento di servirsene. Oppure:

Bastone con piccola marra. — È un grosso e robusto bastone ordinario di legno, terminato superiormente con piccola marra, in esso solidamente imperniata, della lunghezza di centimetri 22 circa e della maggiore larghezza di centimetri 5. Alla parte inferiore termina in una punta metallica o meglio in un pezzo cilindrico metal-

lico, d'ugual diametro del bastone, forato al centro a madrevite, nella quale si pongono a vite, secondo il bisogno, l'uno o l'altro dei seguenti pezzi:

a) Punta lanciforme in acciaio. Impedisce l'otturazione della madrevite; serve per punto d'appoggio e si utilizza per far uscire dalle fenditure delle rupi le piante che ivi vegetano;

b) Telaretto in lamiera di ferro di forma triangolare ad angoli arrotondati del diametro di circa 12 centimetri, dell'altezza di centimetri 4. Il suo margine superiore è assottigliato, quasi tagliente, leggermente ripiegato all'infuori e porta in un angolo la vite, alquanto inclinata verso l'esterno, che serve ad unirlo al bastone. Al margine inferiore è assicurata una rete metallica a piccole maglie. Impiegasi per istaccare o pescare le piccole piante acquatiche;

c) Sistema d'uncini per isvellere dal fondo del mare, degli stagni, ecc., le piante che vi soggiornano. Si compone d'una bacchetta orizzontale di ferro lunga almeno 10 centimetri, che ha fisse nel lato inferiore tre piccole ancore quadriuncinate di 4 centimetri circa di altezza ed al centro del superiore una piccola asticciuola rotonda, lunga 4 centimetri, con un piccolo buco nel fondo e terminata a vite. Il buco serve per assicurarla all'estremità di una funicella e poterla così lanciare a distanza per ghermire piante lontane dalla riva.

4° *Grosso coltello tascabile a ronco e da serrare.* — Utile particolarmente per raccogliere rami d'arbusti o di alberi non molto elevati, ed in quest'ultimo caso legasi all'estremità di un bastone.

5° *Scure e sega.* — Tali istrumenti sono destinati soltanto alle raccolte nelle foreste, specialmente delle regioni tropicali, ove bisogna abbattere gli alberi per averne ramoscelli da rappresentare la specie.

6° Due bottiglie almeno, in vetro, con astuccio metallico, o meglio borraccie in lamiera, a larga bocca, da chiudersi con turacciolo di sughero. In una di esse si pone dell'alcool.

7° Qualche foglio di tela cerata e di carta comune. La prima serve per avvilupparvi i materiali che possono sopravanzare dal vascolo o gli esemplari che in esso non possono capire; la seconda per fasciare le specie delicate, ecc.

8° Microscopio semplice e cannocchiale (Vedi *Generalità*).

In ogni esplorazione raccolgonsi tutte le specie che si incontrano ed ogni loro varietà o forma, come pure quegli individui delle specie medesime singolari per una qualche anormalità o mostruosità o per le galle che hanno, e delle quali si riportano dei campioni. Non bisogna accontentarsi di prenderne per ciascuna un solo esemplare, nè eccedere nel numero, in particolar modo per quelle di non piccola statura. Tal numero sarà determinato dalle circostanze ed in rapporto al

numero totale delle piante e alla quantità degli apparecchi per prepararle.

La scelta si fa cadere su individui di dimensioni medie, più belli per avere le loro parti in migliore stato o per essere forniti simultaneamente delle varie parti della pianta, cioè di radici, foglie, fiori e frutti. Se la pianta è erbacea e di statura non troppo grande se ne raccoglie anche un esemplare dei maggiori, come pur se ne prende qualcuno dei più piccoli; se d'altra natura si segnano tra le note la massima e la minima altezza che raggiunge. Rappresentansi poi convenientemente con le varie loro parti o con ramoscelli di lunghezza poco inferiore a quella della carta, che offrano esempio della ramificazione e che, contemporaneamente o separatamente, portino foglie bene sviluppate, fiori e frutti, le piante che per la loro statura non possono stare nel vascolo o fra i fogli dello scartafaccio, anche piegandole una o due volte sopra se stesse nei punti più adatti perchè non si guastino, ovvero tagliandole in due o tre parti della lunghezza di 35 centimetri circa. Affinchè le dette ripiegature si facciano senza rottura della pianta, giova spesso il produrre prima, mediante pressione, una moderata contusione nei punti opportuni.

Quando una specie è dioica, ossia ha fiori unisessuali su distinti individui o trovasi con foglie, con fiori e con frutti su individui differenti, od in differenti stagioni (1), se ne raccoglie possibilmente nello stesso giorno od in escursioni fatte nelle epoche opportune, un egual numero di quelli a fiori maschili ed a fiori femminei nel primo caso, e di quelli fogliferi, fioriferi e fruttiferi nel secondo. Se è pianta a stelo legnoso se ne riporta qualche esemplare con sole foglie, qualora non siasi trovata nè fiorita nè fruttificata.

Sonvi specie con frutti che staccansi dagli esemplari allorchè sono troppo maturi o che non sono suscettibili di essere preparati. In questi casi raccolgonsi o individui con frutti non bene sviluppati, o separatamente prendonsi i frutti stessi che si pongono in un cartoccio, se secchi, per unirli poi all'esemplare, e nell'alcool, se carnosi, fissando loro un piccolo cartellino in pergamena, portante il numero corrispondente a quello dell'esemplare essiccato.

Le foglie radicali, ossia quelle situate alla base della pianta, differiscono talora dalle altre e forniscono caratteri distintivi delle specie. La loro raccolta non va quindi trascurata; e siccome non di rado scompaiono

(1) Il mandorlo, il pesco, i salici sono esempi volgari di specie che fioriscono prima di vestirsi delle foglie: il colchico autunnale, alcune scille ed altre piante sono pure esempi comuni di quelle che hanno le loro foglie distrutte, o quasi, allorchè sono fiorite.

col crescere della pianta, così devono ricercarsi su individui giovani od in varie stagioni dell'anno.

Interessante è pure lo studio delle gemme perchè variano per forma, per i caratteri delle loro parti, ecc., e perchè in esse si può conoscere la estivazione o perfogliazione, ossia la maniera in cui le foglie sono entro la gemma ripiegate o avvolte sopra se stesse, onde occupare il minore spazio possibile. La raccolta di rami con gemme già alquanto avanzate nel loro sviluppo è quindi anche a raccomandarsi.

Si evita possibilmente di fare la raccolta degli esemplari quando sono bagnati da pioggia o da rugiada, perchè meno bene riesce la loro preparazione. Questa raccolta si pratica con l'uno o l'altro degli istrumenti sopra enumerati a seconda dei casi. Se si devono estrarre dal terreno si smuove da principio il medesimo ad una tal quale distanza da essi, per non arrecare danni alle loro radici o ad altre parti sotterranee. Prima di riporli nel vascolo, o fra la tela cerata, se il vascolo fosse già colmo, si ripuliscono senza mai togliere loro le foglie od altre parti ingiallite, appassite od essiccate. Se svelti dal suolo spogliansi interamente della terra, sabbia, ecc., che accompagna le loro radici; ciò resta agevolato da lavatura quando trovisi prossimo un serbatoio od un corso d'acqua. Lo sradicamento e la ripulitura si eseguiscono con delicatezza particolare per le specie parassite od aventi bulbi, tuberi, ecc.; e ciò allo scopo di poter constatare per le prime qual era la pianta su cui vivevano, e per essere certi, per le seconde, che rimasero intatte tutte le loro parti.

Ad impedire la dispersione od il guasto delle specie minute si fasciano in cartocci che si ripongono nello scompartimento minore, se il vascolo ne è fornito, e se acquatiche, mettonsi in una bottiglia riempiuta con l'acqua stessa ove vegetavano, onde non si dissecchino. Quelle infine molto delicate nel loro insieme, quelle a corolla (1) delicatissima o formata di petali (2) caduchi, non possono resistere alla pressione che sopportano nel vascolo e ad altri inconvenienti. Ad evitare il danno occorre una pronta e diligente preparazione nello scartafaccio all'atto della raccolta (3) seguendo le norme più oltre tracciate; termi-

(1) La corolla è il secondo verticillo o tegumento florale dei fiori completi delle piante dicotiledoni. Le foglioline variamente colorate delle quali è formata diconsi petali, ed essi possono essere in vario numero non solo, ma liberi (garofano) o fra loro saldati (gelsomino); eguali (rosa) o disuguali (pisello). La corolla in questi casi chiamasi rispettivamente dialipetala, gamopetala, regolare ed irregolare.

(2) Vedi la nota precedente.

(3) Di molte specie robuste e soltanto a fiori delicati si portano a casa esemplari con bottoni prossimi a sbocciare e si dispongono in un vaso sul fondo del quale stia poca acqua che ne ne bagni l'estremità inferiore. Fioriscono molto facilmente nei giorni successivi.

nata la quale si lega strettamente con le cinghie lo scartafaccio onde gli esemplari sieno sufficientemente premuti.

Alcuni fiori, infiorazioni (1), ecc., che non si possono in alcuna maniera preparare senza alterarne i caratteri, si mettono nella bottiglia con alcool.

Nuoce alla buona conservazione degli esemplari il pigiarne troppi nel vascolo, e ponendoveli in numero scarso vanno soggetti ad appassire. Per impedire poi che troppo avvizziscano, allorquando si erborizza in giornate molto calde, si usa l'avvertenza di tenere il vascolo possibilmente dalla parte dell'ombra e si spruzzano le piante *leggermente* con acqua, oppure fra di esse si interpongono di tratto in tratto dei foglietti di carta senza colla ed inumidita, o meglio si circondano di piante erbacee fresche da gettarsi via quando si procede alla preparazione.

In una escursione può avvenire di raccogliere materiali in condizioni molto disparate, in punti fra loro distanti, di differente vallata e di diversa elevazione. Ad impedire fra di essi una ben facile mescolanza, e per non essere obbligati a fidarsi della sola memoria, si separano nel vascolo con ampio foglio di carta grossolana ripiegato attorno dopo avervi posto un cartellino.

La stessa specie, varietà o forma, quando è molto diffusa, non si raccoglie ripetutamente se non in siti fra loro distanti o differenti per la costituzione del suolo, la sua elevazione, ecc. Bisogna peraltro essere molto minuziosi nell'esame delle specie, di quelle particolarmente che presentano fra loro affinità, e prima di decidersi a ritenerle identiche fa d'uopo averne, coll'aiuto della lente, scrutati e rilevati tutti i loro organi e caratteri.

Oggetti inservienti alla preparazione.

A. Per via secca.

1° Carta senza colla, non troppo sottile e alquanto resistente, ma non ruvida. Il formato non deve essere troppo grande; il più comodo ha 42 centimetri di altezza per 27 di larghezza. È bene, per quanto si può, abbondare in questa provvista (2).

(1) L'infiorazione è costituita da più fiori portati da un solo ramo, che non ha vere foglie, o dalle sue divisioni. Esempii: la spiga del grano e l'ombrella del finocchio.

(2) Si riconosce se la carta è adatta alla preparazione delle piante toccandola con le dita bagnate o con la lingua, osservando se prontamente assorbe l'acqua o la saliva e se la parte così bagnata si lascia senza sforzo sfondare dalle dita.

2° Assicelle di legno forte dello spessore di uno a due centimetri, e con i lati uguali a quelli della carta od appena superiori.

3° Intelaiature metalliche, lunghe e larghe quanto o poco più della carta, formate da un telaio di sottili, ma forti, listarelle di ferro attraversato da due listarelle simili sui lati maggiori, da una sui lati minori e tutte fra loro imperniate, sul margine del quale si fissa una tela metallica a maglie di 2 millimetri circa di lato.

4° Cinghie di cuoio robuste, e di varia larghezza e lunghezza.

La sollecita preparazione è uno dei primi elementi per la buona riuscita. Al ritorno d'ogni escursione deve perciò farsi senza indugio, e quando si dovesse assolutamente di qualche tempo ritardare, si pone il vascolo in sito fresco ed umido.

Avvertasi di estrarre le piante dal vascolo o dall'involto con precauzione, poche alla volta (cioè man mano che si preparano) e possibilmente riunendo insieme gli esemplari della stessa specie. Alla fine della operazione si esamina il rimasuglio per estrarne i piccoli esemplari, o le parti staccatesi che vi si fossero smarrite. Le specie preparate nello scartafaccio si trasportano fra cuscinetti di carta asciutta, lasciandole sul foglio ove si trovano e racconciandole nelle parti che non hanno la loro giusta posizione. Questa operazione per altro si rimette a quando già siasi compiuta la preparazione delle altre.

La preparazione si effettua nel modo seguente. Si sovrappongono sul tavolo tre, quattro o più fogli di carta in modo che formino un cuscinetto (1). Sul medesimo, o sopra un mezzo foglio apposito, o finalmente frammezzo ad un intiero foglio della carta stessa si collocano uno o più esemplari, secondo le loro dimensioni (2). Vi si adagiano nella posizione più naturale (che non deve essere alterata sotto alcun pretesto) dopo averli ripuliti segnatamente dalle larve degli insetti, e senza asportarne le parti ingiallite o meno ben conservate, giacchè possono anch'esse fornire talora caratteri distintivi. Si procura che le loro parti sieno bene spiegate, e per quanto è possibile non sovrapposte, che le foglie presentino visibile alcune la pagina superiore ed altre la inferiore. Le corolle si dispongono aperte, se la loro forma e consistenza lo permette, onde si possa osservare l'interno del fiore, o quanto meno si pone tra i petali o nell'interno di quelle gamopetale (3) di

(1) Taluni usano cucire insieme i fogli con alcuni punti d'ago perchè i cuscinetti sono allora più facili a maneggiarsi dei fogli sciolti, ma questi cuscinetti asciugano più lentamente.

(2) Si sceglie il primo metodo per le piante più grossolane ed a grandi esemplari; il secondo serve per tutte le specie, ma in particolare per quelle più piccole o delicate; il terzo si applica a quelle non vischiose o molto piccole, che non hanno bisogno di essere racconciate durante l'essicazione.

(3) Vedi la nota n° 1 a pag. 453.

grandi dimensioni una listarella di carta od un sottile strato di cotone cardato, onde impedire che aderiscano nelle varie parti e perchè rimanga così facilitato il loro studio. Lo stesso dicasi del perigonio o unico tegumento fiorale delle monocotiledoni, sia esso a foglioline libere o polifillo (giglio, tulipano), o con le foglioline saldate o gamofillo (giacinto). Si può fare anche in un foglietto adatto la preparazione di qualche fiore intiero o diviso in più parti.

Riempiuto il primo foglio, si cuopre con cuscinetto di carta simile al precedente, si riempie poscia il secondo e così si seguita, disponendo il tutto a fascicolo, terminante con un cuscinetto vuoto, fino a che abbia raggiunta l'altezza di 10 a 15 centimetri circa, per ricominciarne poi altro od altri. Avvertasi di non accumulare, meno in caso di assoluta necessità, troppi esemplari in un foglio e di disporveli tutti nello stesso senso, evitando che si sovrappongano, come pure di non situare dal medesimo lato tutti i cauli, le radici ed altre parti più voluminose, ma di distribuirli invece in modo che il fascicolo abbia ad acquistare un quasi uniforme spessore in tutti i suoi punti.

Quando un esemplare è più grande del formato della carta, si ripiega una o due volte, o si taglia in due o tre pezzi nei punti più convenienti. La ripiegatura riesce più facile facendola precedere da leggiera contusione prodotta mediante pressione. Allorchè poi presenta troppe foglie, rami, ecc., se ne può togliere una parte, ma con grande parsimonia e lasciando di essi le traccie, in maniera che si possa anche mentalmente ricostruire la sua primitiva configurazione. Tanto la radice, quanto gli steli, i rami, le foglie, i fiori, le infiorazioni ed i frutti troppo grandi o voluminosi si devono dividere o sezionare longitudinalmente, se sia possibile, in non più di due parti eguali, che insieme si preparano e si conservano.

In uno stesso fascicolo non devono comprendersi piante di troppo diverso volume, consistenza e grado di umidità. Per esempio, le piante raccolte in siti paludosi saranno separate da quelle dei siti asciutti ed aridi, e lo saranno pure le specie succose o carnose da quelle aventi proprietà opposte.

Se ogni fascicolo comprende piante di identica località basterà un solo cartellino provvisorio per indicare dove e quando furono raccolte; ma se in esso trovansene di diverse provenienze, è necessario porre un cartellino ad ogni foglio onde allontanare ogni pericolo di confusione, specialmente durante l'operazione del cangiamento dei cuscinetti. Un cartellino speciale, infine, accompagnerà tutte quelle meritevoli delle annotazioni che si saranno fatte nel libretto a ciò destinato. Tale cartellino quindi porterà il numero corrispondente a quello delle note.

Le piante acquatiche, sia d'acqua dolce che marine (1) si preparano prima delle altre, e se eransi increspate per prosciugamento si tengono per qualche tempo immerse nell'acqua. Di esse si può differire la preparazione, ed allora si fanno asciugare all'ombra, avvertendo di conservare i loro fiori e frutti nell'alccol; ma quelle delicatissime ed a foglie capillari, che si sono conservate a parte nella bottiglia, si preparano subito come le alghe filamentose (vedi *Alghe* a pag. 465).

Le specie appartenenti alla famiglia delle orchidee e delle crassulacee, molte amarillidee, gigliacee, ecc., posseggono una grande vitalità e continuerebbero a vegetare frammezzo ai cuscinetti se loro non si facesse subire una speciale operazione. Dentro ad un recipiente contenente acqua in ebollizione si tuffano esse in tutto od in parte, sempre ad eccezione dei fiori; vi si lasciano per 30 secondi o qualche minuto tenendo calcolo della loro consistenza; poi si estraggono, si lasciano sgocciolare e se ne compie come per le altre la preparazione. Si impiega anche l'essiccazione a ferro caldo, stendesi cioè la pianta sopra un cuscinetto, sopra essa si mettono due o tre fogli di carta e poi vi si fa passare il ferro fino ad essiccazione completa (ma la pianta rimane allora fragilissima), o fino a che ne sia spenta la vitalità, indi continuasi l'operazione col metodo ordinario. È poco in uso, essendo di rado soddisfacenti i risultati che se ne hanno. Immergendo le piante di cui è caso per qualche tempo in un bagno d'alcool o d'aceto perdono pure la loro vitalità, ma troppo si scolorano.

Man mano che i fascicoli sono preparati si sottopongono a pressione isolatamente o disposti in piccole serie, ma separati l'uno dall'altro con assicella in legno o con intelaiatura. Allorchè si è fissi in un posto, si colloca su ciascun fascicolo o serie un'assicella con sopra una pietra od altro corpo pesante; se in viaggio, i due capi del fascicolo o della serie si fanno terminare da assicella o da intelaiatura, poi si chiude e si stringe bene con cinghie e si carica di pesi ad ogni fermata.

La pressione, si eserciti con l'uno o l'altro sistema, deve essere sempre moderata e proporzionata alla natura delle piante. È meglio che gli esemplari rimangano leggermente increspati per debole pressione che schiacciati perchè troppo forte. Nei primi si avrà minore eleganza, ma saranno facilmente riconoscibili i caratteri della specie, che non si potrebbero invece più riscontrare nei secondi.

Dopo 12 o 24 ore al massimo, si eseguisce il cambiamento dei cusci-

(1) Intorno alle fanerogame marine raccomandiamo al lettore l'interessante articolo del professore P. Ascherson, *Die geographische Verbreitung der Seegräser* che sta nell'opera di G. Neumayer, già citata, e nel quale oltre alla descrizione delle specie sono importanti particolarità sulla loro distribuzione geografica, ecc.

netti. Questa operazione si rinnova dopo un egual periodo di tempo sul principio, e più di rado in seguito, ma si continua sino a perfetta essiccazione. Il tempo che deve trascorrere tra la preparazione ed il primo cambiamento dei cuscinetti, e tra questo ed i successivi, è in relazione con lo stato e la natura delle piante, la temperatura e l'umidità dell'aria. Per le piante che erano umide o che sono succulente e nelle giornate calde ed umide il cangiamento della carta si fa il più frequentemente possibile. Si trasportano a tal uopo sopra un primo cuscinetto asciutto gli esemplari che erano sopra quello umido, oppure vi si porta il mezzo foglio sul quale si lasciano, od il foglio intero che li racchiude. Si pone sopra un nuovo cuscinetto asciutto, e così si seguita fino al termine per riporli poi nuovamente sotto pressione. Un'altra manovra può sostituirsi con risparmio di tempo e senza spostamento delle parti al trasporto a mani degli esemplari, ma per eseguirla bene è d'uopo acquistare un po' di pratica. Sulle piante scoperte si depone il cuscinetto asciutto che si solleva poi assieme a due o tre fogli di quello sottostante umido, tenendo il tutto strettamente teso con le mani situate ai lati minori della carta; si opera allora, con moto uniforme e rapido, il capovolgimento, e gli esemplari rimangono per tal modo adagiati sulla carta asciutta, nella stessa posizione in cui prima si trovavano.

Mentre si tolgono i cuscini bagnati (che si alzano dal lato inferiore della pianta o avvolgendoli sopra se stessi con precauzione, particolarmente se è specie totalmente o parzialmente vischiosa), si presti attenzione a non spostare alcuna parte e ad impedire qualunque ripiegatura delle foglie, ecc. Quest'avvertenza è principalmente necessaria nelle prime operazioni, durante le quali si aggiustano le foglie, i fiori, ecc., che nella prima preparazione non poterono acquistare la loro naturale posizione. Si eviti ogni confusione e dispersione dei cartellini.

La rapida essiccazione contribuisce grandemente a conservare il colore della pianta, dei fiori azzurri, rosei, ecc., e ad impedire che si stacchino in molti casi dallo stelo le foglie, i fiori, ecc. (1). Deve perciò accelerarsi non solo con frequenti cambiamenti dei cuscinetti, ma anche con adoperare carta ben secca e ancora tiepida, perchè ritirata allora dal sole o dal forno, con sospendere i fascicoli strettamente legati

(1) Nel libro di EGER, citato a pag. 439, è descritto un *Metodo di compenetrazione di* SCHELIVSKY (SCHELIVSKY, *Anleitung zur Conservirung der Pflanzen*, Leipzig, 1875) il quale oltre a rendere più celere il prosciugamento avrebbe il vantaggio di conservare alle piante il loro colore primitivo, la loro morbidezza e pieghevolezza nonchè di difenderle dai danni degli insetti. Del liquido usato per la compenetrazione non è fatta conoscere la composizione. Non abbiamo maggiori notizie al riguardo.

fra le intelaiature o coll'esporre quelli sotto pressione in sito ventilato e caldo. Nei climi molto umidi i fascicoli devono essere più sottili, e onde non si guastino le piante che racchiudono, si espongono in sito artificialmente riscaldato. Benissimo serve un forno, nel quale la temperatura non sia troppo alta. Anche con le più assidue cure bene spesso non si impedisce il cangiamento di colore e lo staccarsi di alcune parti della pianta. In quest'ultimo caso, se esse sono piccole, si racchiudono in un cartoccio perchè non si disperdano e si possa ricostruire l'esemplare quando deve essere studiato.

I fogli umidi si stendono in serie, ed alquanto embriciati fra loro per facilitarne la raccolta, o sul pavimento, o meglio su pertiche o corde tese orizzontalmente, ecc., in sito asciutto, arieggiato e caldo, per esempio al sole, onde bene si spoglino dell'umidità assorbita; essi possono così servire per un numero indefinito di volte. L'asciugamento al fuoco od in un forno si rende necessario nei climi e nei giorni umidi.

Compiuta l'essiccazione si raccolgono in uno o più fogli gli esemplari d'una stessa specie e di identica località (1), si completano e si regolarizzano i cartellini, indi si riuniscono i fogli in pacchi terminati da cuscinetti di carta o da cartoni, che si fasciano bene e si legano, conservandoli in sito asciutto e dove non riesca ad insinuarsi la polvere. La spedizione si fa in casse di legno, o meglio in casse rivestite con latta, che si saldano, allorchè tutto è ben secco e la giornata è asciutta.

B. Per via umida.

Diversi sono i liquidi che vennero suggeriti per entro prepararvi e conservarvi le piante. Tra questi sono l'alcool, la glicerina, l'aceto, l'acido pirolegnoso, una soluzione di sublimato corrosivo nell'acqua o meglio nell'alcool e una soluzione satura di sale comune nell'acqua. Più di tutti si raccomanda l'alcool, perchè, oltre ad altri vantaggi, ha pur quello di conservarsi, come la glicerina, in cassette o scatole metalliche, mentre le soluzioni del sublimato corrosivo (assai velenoso) e del sale di cucina vogliono essere poste in vasi di terra o di vetro.

Le scatole devono essere di forma rettangolare, di lunghezza e larghezza uguale a quella dei fogli di carta usati per preparare le specie nel modo consueto. Si raccomanda di farle di zinco, perchè la latta,

(1) Non è male il tenere in uno stesso pacchetto riunite tutte le specie raccolte in una data località, per esempio su di una montagna, in una pianura, in una spiaggia; e ciò nell'intento di poter prontamente conoscere le singole e speciali florule delle località medesime.

sotto l'azione dei succhi delle piante, dà luogo a formazione di composti che alterano il colore degli esemplari rendendoli nerastri.

Al ritorno d'ogni escursione si assicurano con filo agli esemplari i cartellini necessarii; si dispongono entro la cassetta con ordine ed esercitando di tempo in tempo moderata pressione, mediante tavoletta o lamina metallica, affinchè cedano posto e comincino ad adattarsi; indi si versa entro l'alcool e, se è possibile, si mantiene ancora sopra i medesimi la lamina con sopra un conveniente peso. Nelle scatole si possono separare fra di loro le specie raccolte in siti diversi o con foglio di forte carta, o con tela o anche con un foglio di zinco. Riempiute che siano se ne opera la saldatura.

Questo metodo ha per i viaggiatori non pochi vantaggi sul precedente, per cui loro si raccomanda e tornerà in molti casi utilissimo (1). Infatti con esso si ha economia di tempo nella preparazione; le piante si conservano benissimo anche nei tempi e nei climi assai umidi; difficilmente da esse si distaccano foglie, frutti, ecc.; non possono essere guaste od intaccate nè dall'umidità, nè dalla muffa o dagli insetti; gli esemplari per erbario si possono poi benissimo preparare nel modo ordinario ed è anche possibile istituire delle ricerche chimiche sui succhi e prodotti contenuti nei medesimi; finalmente si hanno le differenti parti delle piante in eccellente stato allorchè se ne ha a fare lo studio.

CRITTOGAME VASCOLARI (2).

Le norme generali esposte per la raccolta e preparazione delle fanerogame sono applicabili alle crittogame vascolari. Le characee soltanto ed alcune dilicate rizocarpee si preparano col metodo stesso che si segue per le alghe. (Vedi pag. 465).

Tutte indistintamente si procuri di raccoglierle con frutti, ispezionando le varie parti della pianta ove sono situati, per esempio, la pagina inferiore della fronda di molte felci, l'ascella delle foglie di molte licopodiacee, la base interna di quelle delle isoetidee, o facendo all'uopo ricerca della fronda speciale fruttifera delle equisetacee e di alcune felci e licopodiacee. Allorchè le fronde fertili differiscono dalle

(1) Citerò in appoggio l'autorevole giudizio che ne dà l'illustre O. Beccari (Vedi *Malesia*, vol. I, pag. 255) a proposito di piante raccolte, e con tal sistema preparate, dall'egregio viaggiatore L. M. D'Albertis alla Nuova Guinea, durante l'esplorazione da lui fatta lungo il *Fly River*.

(2) Potrà il viaggiatore ottenere la classificazione e determinazione delle crittogame vascolari raccolte dirigendosi ai botanici stessi che a pag. 448 furono proposti per lo studio delle fanerogame.

sterili, o quando esse sono differenti nelle varie età della pianta, è quasi superfluo il notare che devono essere preparate nei vari stati.

Una speciale osservazione non tornerà inutile a riguardo delle isoetidee. Esse sfuggono facilmente all'attenzione dei raccoglitori, perchè le foglie emesse dal breve loro peculiare caule sotterraneo tuberiforme o discoideo (sia che vegetino sott'acqua o in terreno acquitrinoso o asciutto) sono generalmente di un bel verde e facilmente scambiansi con un superficiale esame per foglie lineari di gigliacee, od altre fanerogame giovani e sterili.

CRITTOGAME CELLULARI.

MUSCHI ED EPATICHE (1). — Abitano di preferenza le località ombreggiate ed alquanto umide od acquitrinose; alcune specie anzi stanno sommerse o galleggianti nelle acque correnti o stagnanti. Vivono sulle rupi, sui muri, sulla terra, sui ceppi, tronchi e rami delle piante, come pure sullo sterco. La maggior parte delle specie sono bene sviluppate e con frutti nell'inverno e nella primavera.

Con la punta del coltello od in altra maniera si sradicano facilmente quelle di maggiori dimensioni; col coltello stesso o con uno scalpello si asporta il pezzo di corteccia, la zolla di terra o il frammento di roccia su cui vegetano le più piccole. Si fasciano separatamente le varie specie, ed anche i vari pezzi, prima di deporli nel vascolo.

Delle specie dioiche (2) si cercano accuratamente gli individui maschi. Si prendono allo stato sterile soltanto quelle che, malgrado diligenti indagini, non si rinvennero in esemplari fruttiferi.

Alcuni generi di muschi è necessario prepararli, appena raccolti, entro lo scartafaccio, onde conservarne l'indusio filamentoso che sovrasta al loro frutto. Lo stesso deve dirsi per quelle epatiche aventi frutto delicato e portato da tenue pedicello. Di altri invece se ne può differire anche di molto la preparazione: si conservano allora in pacchi dopo averli fatti asciugare e allorchè voglionsi preparare si inumidiscono alquanto alcune ore prima.

Su fogli di carta si dispongono in posizione naturale gli esemplari delle specie più grandi, dopo averli alquanto inumiditi, se troppo

(1) Fanno rispettivamente studi speciali di briologia, ossia dei muschi, e di epaticologia l'avvocato GUSTAVO VENTURI di Trento e il professore CARO MASSALONGO di Ferrara. È al primo perciò di essi che suggeriamo di affidare l'esame dei muschi ed al secondo quello delle epatiche.

(2) Anche tra i muschi sonvi specie dioiche, ossia che hanno gli organi maschili e gli organi femminei portati da differenti individui.

asciutti, e previa pulitura fatta con precauzione ed anche con lavatura allorchè è necessario. Vi si dispongono pure le corteccie, che portano piccole specie, dopo averle assottigliate quanto più è possibile, e finalmente le fettoline delle zolle, previamente inumidite, delle specie che vivono gregarie sul terreno. Questi fogli si intercalano man mano con cuscinetti, e circa alla essiccazione si segue sistema identico a quello proposto per le fanerogame.

Licheni (1). — Semplicissima è la raccolta di queste crittogame, molto ed ovunque diffuse, per la quale occorrono un ben forte coltello, il martello e almeno due robusti scalpelli, di cui uno a punta.

Se cespugliosi, si svelgono dal suolo, dagli alberi, ecc., conservando il loro callo radicale. Se fogliacei, nei giorni umidi o dopo averli bagnati, si tenta di staccarli dalla matrice. Quando ciò non è possibile si asporta la matrice stessa nella maniera che si pratica per quelli crostacei, piccoli e viventi sulla terra, sui muschi, ecc., servendosi del coltello per i corticoli, ecc., e dello scalpello per i sassicoli. Questi si ha cura di prenderli sui massi che presentano un più facile clivaggio e che permettono quindi di avere pezzi più sottili e leggeri.

I singoli esemplari si fasciano a parte, in particolar modo se sono piccole zolle di terra, pezzi di roccia, di ruvide corteccie, di ossa, ecc., oppure di specie delicate e fragili.

A preparazione ed essiccazione si sottopongono soltanto le specie cespugliose o fogliacee, dopo averle tenute alcun tempo in ambiente umido, se secche, ed i pezzi di zolla, giovani corteccie ecc., su cui si trovano, diminuendone, per quanto lo comportano, lo spessore. Una o più grosse goccie d'acqua gommata o con colla si pongono sopra un pezzetto di forte carta o cartoncino, e su di esse si posa e leggermente si comprime la piccola zolla terrosa con licheni, che andrebbe soggetta a polverizzarsi anche diligentemente fasciata.

Le specie sassicole, quelle abitanti vecchie cortecce non soggette ad accartocciarsi con l'essiccazione e quelle fragili nel loro insieme o con delicati apotecii (2) od organi di fruttificazione, non si assoggettano a pressione, ma subito si fasciano in distinti cartocci di carta resistente o si collocano anche in iscatolette con un po' di bambagia.

(1) I materiali lichenologici potranno essere consegnati al dottor Francesco Baglietto, assistente alla cattedra di botanica nell'Università di Genova, essendosi egli sempre in modo particolare occupato dello studio di queste interessanti crittogame.

(2) Questi apparecchi fruttiferi dei licheni, sotto forma di piccolissime scodelle o di piccoli ricettacoli ovoidei, lineari, ecc., di diverse dimensioni, si trovano talvolta immersi nella fronda della pianta e talvolta da essa sporgenti.

Nel cartellino che accompagna le specie corticole si segna il nome della pianta dalla quale la corteccia fu staccata.

Alghe (1). — Nella grandiosa serie delle alghe marine sonvi specie che stanno galleggianti sulle onde, ma più generalmente vivono aderenti agli scogli, ai banchi madreporici, si fissano sui fondi sabbiosi, sui legni, pezzi di stoviglie, ecc., o stanno parassite sulle conchiglie, su alghe maggiori e fanerogame marine. Vivono in buon numero a fior d'acqua od a poca profondità, ma sonvi specie che abitano anche alla profondità di 100 a 150 metri: solo eccezionalmente trovansene a profondità maggiori.

Le alghe preferiscono i siti riparati dai colpi di mare, i porti, i seni tranquilli, ecc.; spesso si cacciano a vegetare entro le fessure degli scogli, benchè molto oscure, anzi ivi raccolgonsi sovente specie delicate e particolari. È sul finire dell'inverno ed in primavera che si trovano in buono stato la pluralità delle specie.

Le giornate più adatte per le ricerche algologiche sono naturalmente quelle in cui l'onda è tranquilla e limpida, e il momento più favorevole è quello della bassa marea. Per la raccolta torna utile l'istrumento descritto al nº 3, *b*, fra quelli inservienti per le raccolte fanerogamiche, perchè il margine suo superiore assottigliato permette di raschiare la superficie degli scogli, dei legni, dei fondi arenosi, ecc., e di staccarne in tal guisa le alghe che cadono allora e restano sulla rete metallica che lo chiude inferiormente. Esso però non si adoperi mai dove si può giungere a lavorare colle mani sussidiate al più da un coltello, specialmente quando la stagione e la calma permettessero di scendere nell'acqua. Facilmente si riuscirà con esse o con la punta del coltello a staccare intieri e col callo radicale gli esemplari dalla loro matrice.

Le specie crostacee e fortemente aderenti agli scogli si raccolgono con lo scalpello e martello nella stessa maniera che si fa per i licheni sassicoli. Quelle viventi in siti molto profondi non possono aversi se non si può disporre di una piccola draga. Percorrendo tuttavia le spiag-

(1) Ad ottenere maggiori istruzioni sulla raccolta delle alghe e determinazione delle specie riportate, potrebbe il viaggiatore indirizzarsi al professore Francesco Ardissone, direttore dell'Orto botanico di Brera a Milano, od all'autore di queste istruzioni (professore di Storia naturale nel regio liceo di Genova) se trattasi di alghe superiori. Qualora poi si dedicasse alle alghe inferiori, potrà per le desmidiacee ricorrere al professore Giambattista Delponte a Torino e per le diatomee al conte Ab. Francesco Castracane di Roma (autore di una memoria intitolata *Istruzioni per chi voglia raccogliere diatomee*, inserita negli Atti dell'Accademia pontificia dei Nuovi Lincei, an. xxviii, 1875) od al dottore Matteo Lanzi residente pure a Roma.

gie, non di rado esse vi si incontrano, insieme ad altre, rigettatevi dai flutti del mare, particolarmente dopo forti burrasche o trattevi dalle reti dei pescatori.

Prima di riporle nel vascolo si fanno sgocciolare aiutandosi con moderata pressione eseguita colle mani. Le specie più piccole e meno resistenti si lasciano a parte. Quelle poi delicatissime si mettono direttamente in una bottiglia ripiena d'acqua salata.

Sugli scogli e sul fondo delle loro concavità, in qualche tratto di seno assai riparato, nonchè sopra alghe più grandi, su sabbia ed altri oggetti marini, trovansi, specialmente dopo alcune giornate di calma, alghe minutissime sotto forma di sottili strati gelatinosi, melmosi od anche di aspetto polveroso. Raccolgonsi mediante un cucchiaio metallico o raschiandole con coltello; si conservano in altrettante bottigliette o fasciate separatamente entro la carta.

Le specie grandi d'acqua dolce si raccolgono nello stesso modo delle marine. Lo stesso va detto dei sottili strati di alghe microscopiche, di colore generalmente verde, azzurrognolo, ocraceo, ecc., che aderiscono al fondo degli stagni, alle piante e ad altri oggetti in essi immersi o che sopra le acque galleggiano. Nei siti ove sono stillicidii, sui muri, sulla terra, sui legni, ecc., esposti sempre o lungamente all'azione dell'umidità, vegetano pure alghe minutissime che si prendono insieme alla matrice o che si asportano col coltello.

La preparazione della maggior parte delle specie marine e d'acqua dolce può differirsi sino a che abbiasi maggior comodo di farla ed allora stendonsi tali e quali furono dalle onde estratte, in sottili strati, su carta, o sospendonsi a funicelle o entro a specie di canestri fatti con reticella metallica in sito arieggiato ed all'ombra, finchè siano asciutte. La ragione per la quale neppure si lavano prima di esporle ad asciugare è che il sale che loro rimane aderente, oltre al conservarle, impedisce che troppo aderiscano le varie parti tra loro, le rende più flessibili e più facili a inzupparsi d'acqua quando si preparano. A impedire che si attacchino fra di loro è altresì util cosa spargervi sopra un tantino di sabbia fina ed asciutta che subito si distacca mettendole nell'acqua.

Quando poi si abbia mezzo di prepararle subito, si fa nella stessa guisa e colle stesse regole tracciate per le fanerogame, dopo averle peraltro lavate entro acqua dolce per levare loro il sale che potessero contenere; anzi le specie molto grandi vi si lasciano per qualche ora. Le acque che servirono alla lavatura contengono frequentemente diatomee ed altre alghe minutissime; quindi, invece di gettarle via, si separa il deposito che fanno dopo un sufficiente riposo o che lasciano nell'attraversare un filtro e si prepara stendendolo sopra fogli di carta

comune in sottilissimo strato che si fa poi lentamente essiccare all'ombra. La poltiglia formata dalle alghe minute raccolte in mare o nelle acque dolci si può nello stesso modo preparare, salvo a far subire a queste specie una più diligente preparazione al momento propizio.

Le alghe filamentose, e tutte le altre delicate che si guasterebbero essiccandole o preparandole nel modo sopra esposto, si trattano col metodo seguente. Dentro ad una scodella contenente acqua salata o dolce, a seconda del caso, si isolano uno ad uno gli esemplari che si ripuliscono e si lavano nell'acqua dolce contenuta in una seconda scodella. In un largo piatto poco profondo, od in recipiente appositamente costruito in lamiera, si mette un sottile strato d'acqua comune, vi si sommerge un pezzo di carta bianca forte da disegno, di conveniente grandezza, e poi sopra vi si colloca l'esemplare da prepararsi. Tenendolo allora fisso, con un dito della mano sinistra, per la sua parte inferiore e sul lato più adatto della carta, si dispone regolarmente in tutte le sue parti servendosi d'uno stecco o d'un grosso ago. Quando trovasi disteso in posizione naturale si ritrae il foglio lentamente e senza scosse dall'acqua, si racconcia nelle parti che ne presentassero il bisogno, servendosi d'un pennello, si pone finalmente per qualche minuto sopra un piano inclinato perchè sgoccioli prima di sottoporlo all'essiccazione. Invece di acqua dolce si adopera salata se le specie sono molto molli e gelatinose.

Sopra un cuscinetto di 4 o 5 fogli almeno si dispongono i foglietti sui quali sono preparati gli esemplari, avvertendo di porre le loro basi tutte nella stessa direzione; si ricoprono con altro cuscinetto simile e così di seguito. Per alcune specie conviene meglio ricuoprirle con un pezzo di tela non grossolana di cotone prima di collocarvi sopra il cuscinetto, perchè allo stesso aderirebbero facilmente; anzi sopra quelle vischiose e gelatinose si pone un foglio di carta comune spalmato con sego, e mancando questo anche con olio, ecc. La pressione a cui si sottopongono deve essere leggera sul principio e leggerissima per le specie gelatinose e delicate; può aumentarsi solo quando sia già avanzata l'essiccazione.

Poche ore dopo la preparazione deve togliersi la carta umida e sostituirla con altra asciutta. Questo lavoro esige molta precauzione; deve cioè scuoprirsi in prima la base degli esemplari, e lentamente procedere allo scoprimento totale, toccando con la punta d'uno stecco e facendo abbassare le parti che si erano sollevate. Se la carta o la tela aderiscono troppo alla pianta si inumidiscono leggermente con acqua onde favorirne il distacco. Trasportati all'asciutto si ricoprono nella stessa maniera di prima, dopo averli aggiustati se ne presentavano il

bisogno, e nuovamente si mettono sotto pressione. Le altre operazioni di cangiamento di carta si continuano fino ad essiccazione perfetta, ma sempre a più lunghi intervalli. Durante gli ultimi cangiamenti si può far a meno di interporvi la tela o la carta con sego.

FUNGHI (1). — Facile in generale è la raccolta dei funghi, per la quale bastano il vascolo, un coltello, una bottiglia con alcool e qualche foglio di carta. Solo raramente si adopera un istrumento escavatore per quelli che vivono sotterra, come i tartufi, od un'accetta od altro per istaccare dal tronco degli alberi le grosse specie di consistenza legnosa. Ovunque ne vegetano, ma di preferenza stanno in siti ombreggiati, si sviluppano durante le stagioni umide, e segnatamente in primavera ed autunno, nei terreni ove sono detriti di materiali organici, od anche vivono sugli animali e sulle piante morte o tuttora in vita. Abbondano soprattutto le piccolissime specie parassite delle foglie, delle cortecce, e dei frutti. Se ne trovano in copia sulle sostanze organiche abbandonate a lenta decomposizione, sullo sterco, sulle ossa, ecc. Le ore antimeridiane sono le più propizie per la raccolta e particolarmente di quelle specie a vita breve e fugace che crescono appunto sullo sterco e sui concimi. Alcune specie infine, presentando differenti caratteri nelle varie fasi del loro sviluppo, si procura di averle nei diversi stadii.

Le specie più resistenti e quelle viventi su foglie, corteccie ed altro, si mettono entro il vascolo senz'altra cura che di disporvele con regolarità e dopo averle ripulite. Quelle che potrebbero confondersi o guastarsi si fasciano in cartocci. Le carnose si dispongono in modo che non si rompano, e quelle molli e delicate si mettono entro all'alcool.

Se facile è la preparazione di buona parte delle specie dei più semplici fra questi vegetali, difficilissima è per molte altre dei più elevati e per alcune anzi quasi impossibile.

Sono di agevole preparazione tutte le specie foglicole, corticole, ecc., perchè per esse non si ha che a stendere sui fogli di carta le matrici nell'ordine più conveniente. I fogli si intercalano con cuscinetti di carta asciugante, i quali si rinnovano fino a completa essiccazione,

(1) Al professore GIOVANNI PASSERINI, direttore dell'Orto botanico di Parma, ed al professore PIER ANDREA SACCARDO, direttore di quello di Padova, raccomandiamo chiedansi istruzioni per i funghi, e a loro si inviino per lo studio quelli raccolti. Trattandosi di specie parassite, che danneggiano le piante spontanee o le coltivate, lo studio potrà commettersi al Laboratorio Crittogamico istituito presso l'Università di Pavia e diretto dal professore SANTO GAROVAGLIO, od anche al professore GIUSEPPE GIBELLI, direttore dell'Orto botanico di Bologna; in questo caso dovrà avvertirsi di prendere anche l'oggetto o la parte di esso su cui si trovano, onde si possa fare lo studio del micelio invasore, ossia di quella parte del fungo che appunto dà origine alla malattia o alla mortalità delle piante.

dopochè i fascicoli subirono per congruo tempo una leggera pressione.

I ramoscelli, i pezzi di vecchie cortecce e simili, portanti funghi, si sezionano longitudinalmente se occorre; si spogliano della parte legnosa superflua, e, dopo averli lasciati asciugare all'ombra, si rinchiudono in pacchetti od in iscatolette.

Le specie d'aspetto e consistenza legnosa si conservano ben fasciate tali e quali si raccolsero, e dopo che asciugarono convenientemente. Possono prepararsi anche subito, particolarmente se a grandi esemplari, tagliandole longitudinalmente in fette di 1 centimetro circa di spessore verso la periferia del fungo.

Delle specie carnose (1) poche sono quelle che si prestano alla preparazione ed essiccazione col metodo ordinario. Per alcune vi si riesce dopochè gli esemplari abbandonati all'aria o messi entro sabbia riscaldata, che, occorrendo, si rinnova, son molto appassiti. Per altre è di ostacolo il loro volume, ed allora si ricorre a sezioni fatte con diligenza. Le tuberacee (di cui si può citare ad esempio il tartufo) ed altre si tagliano in due o più fette di uguale spessore. I grandi imenomiceti (per esempio il fungo rosso) si sezionano longitudinalmente, dividendoli in due parti possibilmente uguali (conservando in buono stato le lamelle se trattasi, come appunto nel fungo rosso, di agaricini), che così si preparano, oppure dopo aver levata da ciascuna di esse altra sezione che si dissecca assieme alle altre parti. La pressione si eserciterà leggera sul principio e si potrà gradatamente alquanto aumentare.

Con questo sistema però quasi sempre si deformano, anneriscono e si guastano in tal modo da poterli difficilmente riconoscere e classificare. Conviene quindi corredarli di un cartellino e rinchiuderli entro a cassette o bottiglie piene di alcool. Anche questo mezzo, benchè il migliore fra tutti, presenta l'inconveniente del cangiamento di colore, da cui si traggono caratteri di qualche valore per queste crittogame. Bisogna perciò prendere nota della colorazione fra le osservazioni fatte su ciascuna specie, le quali non saranno mai troppo minuziose, avuto riguardo alle grandi alterazioni che subiscono, malgrado le cure più assidue. Una figura esatta, e possibilmente colorata, si accompagna alla descrizione tutte le volte che si è in grado di poterla eseguire.

(1) Alcuni funghi vanno raccolti prima del loro perfetto sviluppo perchè altrimenti si dissolvono in poltiglia od in una massa polverosa. Tali sono, ad esempio, fra i primi, i tartufi, e fra i secondi, i *Lycoperdon* (volg. vescia lupaia).

FRUTTI.

La loro raccolta è semplicissima. Non si tratta che di staccare dalla pianta le infruttescenze (1) od i frutti allorchè sono giunti al loro perfetto sviluppo, o quando sono molto prossimi a tale stato, specialmente se deiscenti o carnosi, conservando loro beninteso il peduncolo se ne sono provvisti.

I frutti secchi si ripongono, specie per ispecie, in distinti cartocci o scatolette, e lo stesso va detto per le varie parti disgiuntesi di quelli deiscenti, dei quali se ne raccoglieranno alcuni immaturi onde averne anche degli interi. Ciò, peraltro, dopochè essiccarono lentamente all'ombra, se l'aria è secca, od in sito leggermente caldo; se umida. Nell'imballaggio occorrono speciali precauzioni onde non si sciupino le parti di taluni che sono molto delicate ed interessanti.

Tutti i frutti carnosi si conservano entro all'alcool, che può essere sostituito da una soluzione satura di salmarino. Per facilitarne il trasporto, evitare guasti e confusioni, e onde rendere più agevole la loro separazione a chi deve poi ordinarli in collezione, si possono racchiudere gli esemplari d'una stessa specie entro ad un sacchettino di tela, che si lega dopo avervi introdotto il cartellino in pergamena. Si immerge poi in una bottiglia, scatola o cassetta metallica contenente il liquido conservatore, e si chiude o si salda il recipiente al momento opportuno.

Quello che più interessa di sapere a riguardo degli oggetti di cui teniamo discorso si è la specie a cui appartengono. Quando di essa non si conosce con certezza il nome scientifico è necessario prender nota del suo nome volgare, dei caratteri presentati dalla pianta nelle varie e più minute sue parti, o meglio prepararne mediante essiccazione o nell'alcool stesso, un esemplare con foglie e fiori, od almeno con foglie.

LEGNI.

Delle piante a stelo legnoso agevole cosa riesce il procurarsi uno o più pezzi del loro tronco o dei loro rami; lo stesso dicasi del tronco delle monocotiledoni (per esempio delle palme) e delle grosse felci.

Si raccolgono, se è possibile, quando la pianta è in riposo, con la corteccia o la parte loro esterna in buono stato, e dell'altezza fra i 30 ed i 50 centimetri. Non è necessario prendersi cura sul posto di ridurli

(1) L'infruttescenza è formata da parecchi frutti che stanno su di uno stesso ramo o sopra le sue divisioni.

ad uguali dimensioni o di farne sezioni; questo è lavoro riservato a chi deve ordinare con una certa uniformità la raccolta. È indispensabile peraltro farli sufficientemente prosciugare prima di procedere al loro imballaggio.

Importantissima cosa è l'accertare anche per essi la specie da cui provengono. Veggasi perciò l'avvertenza posta in fine dell'articolo precedente.

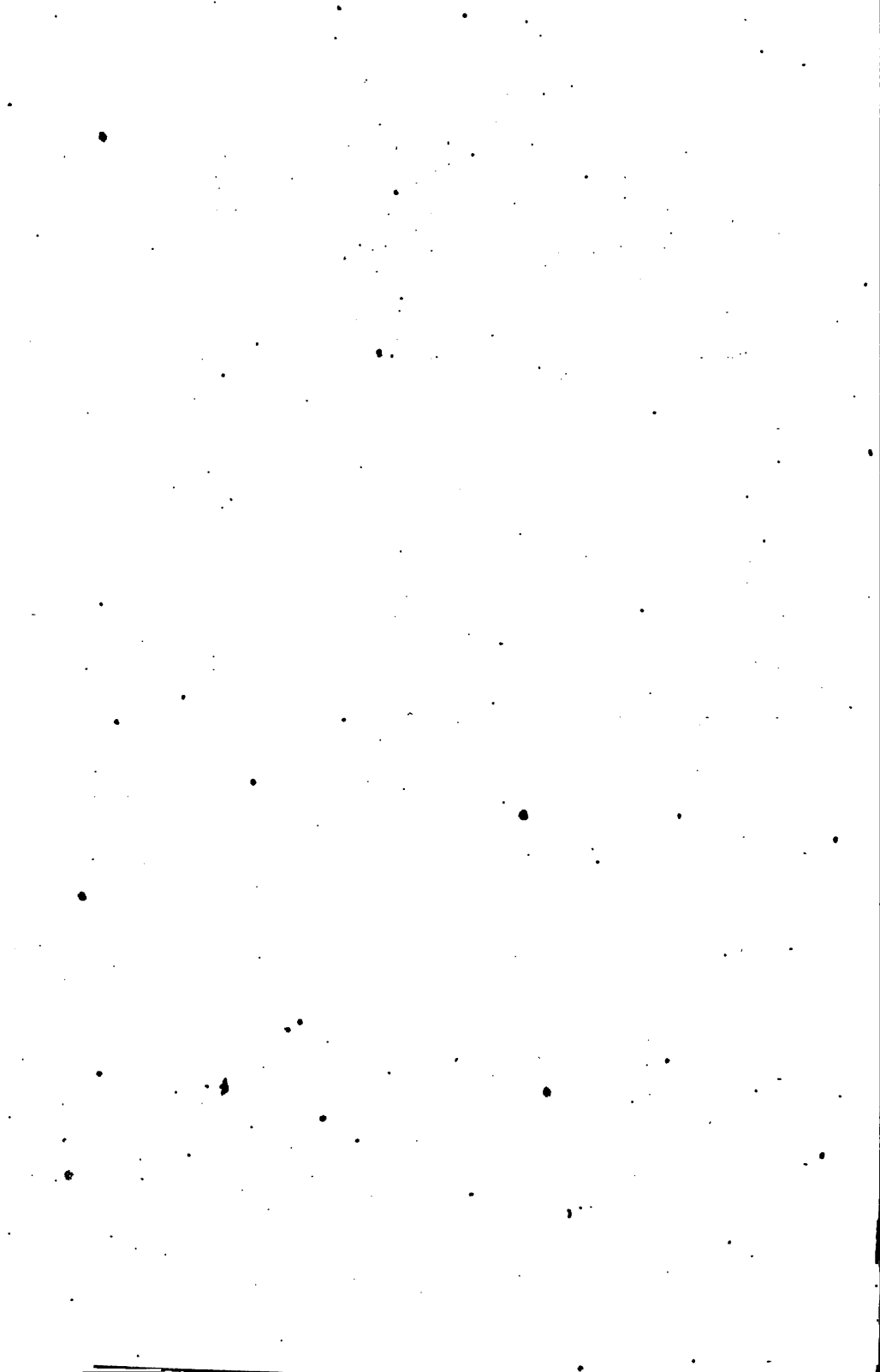
Resine, gomme ed altre sostanze industriali, medicinali, ecc.

Da molte specie di piante, e in modo particolare dalla corteccia loro, trasudano naturalmente o per artificiali incisioni delle resine, gomme, ecc., sotto forma di gocciole che assumono al contatto dell'aria una diversa consistenza. Da legni, corteccie ed altre parti di vegetali si ricavano materie tintoriali, tessili od altrimenti utili; come da frutti e da semi estraggonsi olii ed altre sostanze. Copiose finalmente sono le piante dalle quali ottengonsi prodotti dotati di proprietà venefiche, medicamentose, ecc., o che somministrano materiali utili all'economia domestica, alle industrie ed alle scienze.

Egli è precisamente di tutti questi naturali prodotti del regno vegetale, e di quelli che se ne ottengono con mezzi semplici di estrazione e di lavorazione, e senza mutarne sostanzialmente la costituzione, che un viaggiatore può e deve fare raccolta. Essi conservansi nei modi e nei recipienti che dalla loro natura e stato fisico sono richiesti onde non possano nè disperdersi nè alterarsi.

Anche per questi oggetti è necessario sapere da quale vegetale furono estratti. Non va perciò dimenticata l'avvertenza colla quale termina il paragrafo sulle collezioni dei frutti.

Qualora infine il viaggiatore non potesse estrarre dalle piante i diversi prodotti che possono somministrare, dovrà riportare delle piante medesime una sufficiente quantità, onde poter procedere alla estrazione dei medesimi allorchè sia giunto in sito comodo o sia tornato in patria (1).

(1) Molti prodotti nelle piante non si trovano che in proporzioni piccolissime; dovrebbe allora il viaggiatore trasportare quantità troppo grandi di ciascuna specie e ciò riuscirebbe incomodo o impossibile. C'è inoltre da osservare che taluni di questi prodotti, coll'essiccar della pianta o coll'andar del tempo, si alterano o si perdono. Noi però raccomandiamo a coloro che volessero dedicarsi a questo genere di raccolte di studiare e mettere in pratica il metodo proposto dal signor A. Oppenheim (*Ueber Sammlung und Aufbewahrung chemisch wichtiger Naturproducte*), nell'opera più volte citata di G. Neumayer a pagine 205-515.

MINERALOGIA

PER

A. ISSEL.

PARTE PRIMA.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

Un viaggiatore che si proponga di eseguire osservazioni e ricerche a pro della mineralogia ha d'uopo di un certo corredo di cognizioni speciali, il cui possesso non si acquista soltanto collo studio di un buon trattato, ma richiede un tirocinio pratico più o meno lungo, il quale deve aver per oggetto l'apprezzamento delle proprietà fisiche dei minerali, il saggio chimico degli stessi e il riconoscimento delle forme cristalline più caratteristiche.

Lo studio della chimica e della fisica elementare è preparazione obbligata ad un corso di mineralogia; quello della geologia può dirsene il complemento.

A chi si contentasse di percorrere i primi passi, nella scienza che qui ci occupa, consiglieremmo, qual libro di testo, l'uso della *Guida elementare per lo studio pratico della Mineralogia* del dottore G. Omboni (Milano, Maisner e C., 1868). Dovremmo suggerire il *Corso di Mineralogia* del professore L. Bombicci (1) a coloro che fossero desiderosi di cognizioni più complete e d'ordine più elevato. Rechiamo in nota i titoli di altre opere straniere che pur crediamo opportune all'uopo (2).

(1) Seconda edizione. — Bologna, Fava e Garagnani, 1872-75 (prezzo lire 32).

(2) DANA., *System of Mineralogy*, 5 ed. — London, 1875. — *Manual of Mineralogy*, including observations on mine rocks, reduction of ores and applications of the science to the arts. — London, 1870. — LEONHARD, *Grundzüge der*

I corpi che sono spontanee produzioni della natura inorganica ed appartengono ad un tipo determinato di costituzione chimica si dicono *minerali* e formano oggetto della mineralogia. Il platino e l'oro, quali si trovano nelle alluvioni di alcuni fiumi, sono veri minerali, chimicamente riferibili ai corpi semplici. La galena è parimente un minerale, ma composto, e si riferisce chimicamente al tipo dei binari non ossigenati, essendo costituito di piombo e di zolfo, uniti in proporzioni fisse.

Si è convenuto di escludere dal campo della mineralogia i corpi, impropriamente detti artificiali, che si ottengono nei laboratori e nelle officine e quelli che, quantunque inorganici, ripetono l'origine loro dai regni organici. Tuttavolta, a titolo d'eccezione, la nostra scienza si occupa dei *combustibili fossili* (antracite, litantrace, lignite, torba) e di resine fossili che sono indubbiamente di origine vegetale.

Logicamente si dovrebbero noverare tra i minerali, oltre ai solidi e i liquidi, anche i corpi aeriformi cui si confà l'accennata definizione; ma è invalso l'uso, tra la maggior parte dei mineralisti, di non tener conto di questi ultimi.

I minerali solidi o pastosi, considerati in grandi masse, come materiali costitutivi della corteccia terrestre, prendono il nome di *roccie*. Sono roccie, per esempio, la diorite, aggregato d'amfibolo e di feldspato, il granito, che risulta di quarzo, feldspato e mica; il sal marino, che occupa vasti tratti della superficie terrestre e in pari tempo offre una composizione definita e peculiari caratteri cristallografici, può essere compreso fra le roccie e fra i minerali.

Gli antichi applicarono il nome di *terre* alle roccie disaggregate e molli, come sono generalmente i caolini e le ocre; ma la transizione è così graduata fra le due maniere di corpi che reputiamo inutile la distinzione.

Il ramo di scienza che ha per oggetto lo studio delle roccie vien detto *litologia* o *petrografia* ed è generalmente considerato come parte integrante della mineralogia.

I minerali interessano lo scienziato, sia dal punto di vista prettamente mineralogico, sia quali elementi costitutivi della crosta terrestre.

Mineralogie, 2 Aufl. — Heidelberg, 1860. — DUFRENOY, *Traité de Minéralogie*, 2 ed. — Paris, V. Dalmont, 1856-59. — DES-CLOISEAUX, *Manuel de Minéralogie*. — Paris, 1862. — LEYMERIE, *Cours de Minéralogie*, 2 ed. — Paris, Victor Masson et fils, 1867. — PISANI, *Traité élémentaire de Minéralogie*. — Paris, G. Masson, 1875. — NAUMANN, *Elemente der Mineralogie*. — Leipzig, Engelmann, 1871. — FUCHS, *Guide pratique pour la détermination des Minéraux*, trad. Guéroult. — Paris, 1873 (prezzo 4 fr.) — BURAT, *Minéralogie appliquée*, Description des Minéraux employés dans les industries métallurgiques et manufacturières. — Paris, Noblet et Baudry, 1864.

Oltre a ciò, possono essere studiati in ordine alle varie strutture molecolari che si estrinsecano nei cristalli e come corpi dotati di peculiari proprietà fisiche e chimiche. Finalmente essi ritraggono una speciale importanza dalle loro applicazioni come materiali utili alle arti ed alle industrie.

Da questi vari aspetti, sotto i quali si possono considerare i minerali, derivano parecchi scopi ben distinti che un viaggiatore potrà prefiggersi nelle sue peregrinazioni. Cioè:

1. Raccogliere e studiare i minerali che si trovano in un dato territorio, ovvero in una determinata formazione o giacitura.

a) Raccogliere ciascuna specie nella sua condizione normale e nelle sue diverse modalità.

b) Raccogliere esemplari che offrano svariate ed istruttive associazioni di specie.

c) Notare la frequenza relativa e le particolarità d'ubicazione di ciascuna specie.

2. Esaminare la costituzione litologica di un territorio o di una formazione. (Questo còmpito spetta al geologo quanto al mineralista).

a) Raccogliere campioni tipici di roccia di ciascun terreno e notare i rapporti reciproci dei medesimi.

b) Segnare sopra una carta topografica i confini delle principali masse di roccie che affiorano in un territorio.

c) Raccogliere esemplari dei corpi estranei (fossili o minerali) acclusi nelle roccie.

3. Far incetta di esemplari che valgano a porre in rilievo certe particolarità interessanti in ordine alla giacitura, alla genesi e alle proprietà fisiche e chimiche dei minerali.

a) Raccogliere cristalli notevoli per le dimensioni o per le forme, geminati, emitropie, trasposizioni, esempii di epigenesi e di pseudomorfosi (1), cristalli acclusi in altri cristalli, cristalli aeroidri, ecc.

b) Raccogliere esemplari atti allo studio del magnetismo, della elettricità, della fosforescenza, della fluorescenza, della rifrazione doppia, della polarizzazione, dell'iridescenza, del gatteggiamento, dell'asterismo, del policroismo, ecc.

c) Far incetta di minerali istruttivi per le reazioni loro caratteristiche, allorchè sieno cimentati al fuoco o all'azione dei reattivi, nonchè di minerali contenenti corpi semplici rari e preziosi.

d) Raccogliere i minerali che si depositano nei condotti delle acque termali e minerali, nelle fumaruole vulcaniche, ecc.

(1) Vedasi più innanzi la spiegazione di questi vocaboli tecnici.

4. Ricercare minerali utili per le loro applicazioni industriali o scientifiche e adunar campioni relativi all'industria mineraria.

a) Raccogliere combustibili fossili, minerali metalliferi, gemme ed altri, notando qual sia la copia e la giacitura loro e quanto può aver rapporto coll'estrazione dei medesimi.

b) Visitare miniere, cave, opifici, e recare campioni dei materiali utili o di niun valore che ne vengono estratti; descrivere ciascuna miniera ed insieme il metodo o i metodi in uso per l'esercizio della medesima.

c) Descrivere i sistemi di preparazione meccanica e i metodi metallurgici adottati nelle miniere e nelle officine che ne dipendono, recando campioni illustrativi, scelti fra le materie prime, fra i prodotti e fra i residui.

d) Raccogliere il numero che si potrà maggiore di documenti per una statistica mineraria.

Qualunque sia, fra i suaccennati, lo scopo propostosi dal viaggiatore, egli non potrà conseguirlo completamente se non abilitandosi, collo studio teorico e col pratico tirocinio, alla determinazione dei minerali e delle roccie.

PARTE SECONDA.

NOZIONI PRELIMINARI SULLA DETERMINAZIONE DEI MINERALI.

Determinare un minerale vuol dire pervenire alla cognizione della specie alla quale fu riferito, e, siccome il concetto di specie (del resto non ben definito) abbraccia la composizione chimica e la forma cristallina, a questi due punti deve di preferenza rivolgersi l'attenzione dello studioso.

Il professor Bombicci definisce la specie « riunione d'individui nei quali le molecole hanno ugual composizione chimica e le particelle egual forma cristallina. » Secondo questa definizione, acciocchè due campioni minerali si possano, nell'atto pratico, ascrivere ad una sola specie, non basta che presentino ugual composizione chimica, vale a dire che risultino dei medesimi elementi identicamente aggruppati nelle stesse proporzioni, ma occorre altresì che le forme loro cristalline si possano ricondurre ad un tipo unico (bene spesso rivelato dalla

sfaldatura) (1), il quale è appunto la forma supposta delle particelle provenienti dall'ultima divisione fisica possibile del minerale (2).

Il numero ancora assai ristretto delle specie mineralogiche ben definite (circa un migliaio) fa sì che l'operazione di determinare un minerale, quando se ne possiedano esemplari ben caratteristici, non sia, in generale, nè lunga, nè ardua. Rispetto alle roccie, la difficoltà di distinguere ed isolare i loro componenti e le numerose transizioni che si verificano fra una specie e l'altra son cause talora d'incertezza e d'errore. Ma è d'uopo avvertire che il problema non è arduo come apparisce a prima vista, imperocchè il numero dei minerali che intervengono come elementi essenziali nelle roccie è relativamente piccolissimo.

Crediamo che, in tesi generale, la cognizione pratica delle 40 o 50 specie minerali più comuni sarebbe sufficiente a quel viaggiatore che si proponesse di far collezioni mineralogiche e di rendersi conto della costituzione petrografica di un territorio.

La determinazione dei minerali e delle roccie è resa molto più agevole e sicura dall'uso di certi metodi speciali, presentati per lo più in forma di quadri, mediante i quali bastano generalmente pochi minuti ad un esperto osservatore per riconoscere una specie non compresa fra le rare. La Guida pratica di F. de Kobell, per quanto concerne i minerali, e il metodo di determinazione di E. Jeannetaz, relativamente alle roccie, adempiono assai bene all'ufficio cui sono destinati e meritano di essere raccomandati al viaggiatore (3).

(1) Vedi più innanzi il significato di questa espressione.

(2) Giusta i principii suesposti, il biossido di titanio, che può presentarsi sotto tre forme fra loro incompatibili, si scinderà in tre specie; il carbonato di calcio a sfaldatura romboedrica (calcite) costituirà una specie diversa dal carbonato di calcio a sfaldatura prismatica (aragonite). A rigor di logica, il solfo ottaedrico e il solfo prismático dovrebbero riguardarsi pure come due specie distinte e così il rame cubico e il rame esagonale, l'argento nativo e l'argento di fusione.

(3) F. De Kobell, *Les Minéraux,* Guide pratique pour leur détermination sûre et rapide au moyen de simples recherches chimiques par voie sèche et par voie humide, à l'usage des chimistes, ingénieurs, etc., publié d'après la dixième édition allemande par le comte Ludovic de la Tour-du-Pin, avant-propos et additions par F. Pisani. — Paris, J. Rothschild, 1872, (prezzo L. 4) — E. Jeannetaz, *Les Roches,* Description de leurs éléments, méthode de détermination, guide pratique à l'usage des ingénieurs, géologues, minéralogistes, agronomes, etc. — Paris, J. Rothschild, 1874 (prezzo L. 2.50).

PARTE TERZA.

APPREZZAMENTO DEI CARATTERI CRISTALLOGRAFICI.

Nella pratica determinazione dei minerali che ci si presentano abitualmente allo stato solido (1), si mettono in opera, tra gli altri caratteri, quelli che sono desunti dalle forme e dalla struttura. Non possiamo esimerci, pertanto, dall'offrire al lettore un quadro succinto dei principii che servono di base a tale apprezzamento, principii che appartengono in massima parte alla cristallografia.

Nell'infinito numero delle forme possibili, diconsi *cristalline* quelle che offrono il modo più normale di esistere dei corpi inorganici in generale e dei minerali in ispecie. Nei cristalli si verifica infatti la composizione tipica di ciascun corpo, la maggior costanza nelle sue proprietà fisiche e chimiche.

Comunque svariatissimi nelle forme e nelle dimensioni, i cristalli sono nei casi normali, poliedri limitati da facce piane, orientate secondo certe leggi di simmetria.

Quasi tutti i minerali possono trovarsi in natura *cristallizzati*; ma per alcuni (quarzo, berillo, granato) questa condizione è comune o abituale, per altri invece (calcopirite, erubescite) è rara. Finalmente parecchie specie (opale, calaite, ambra) non si conoscono allo stato di cristalli.

Non è difficile di ottenere artificialmente cristalli isolati o cristallizzazioni (vale a dire associazioni di cristalli) di molte specie mineralogiche.

I.

Terminologia e leggi cristallografiche.

I cristalli presentati dalla natura, così come quelli conseguiti col sussidio dell'arte, offrono forme numerosissime e svariatissime. Tutte però si possono ricondurre ad un certo numero di tipi o di elementi semplici, dalla cui associazione e modificazione provengono tutte le altre forme.

(1) L'acqua, il mercurio, il petrolio e poche altre specie si mantengono allo stato liquido alla temperatura ordinaria.

Dobbiamo distinguere da principio, nei cristalli, le forme *semplici, o dotate di facce della stessa specie*, dalle forme *composte* che *risultano di facce di specie diverse.* Il cubo, per esempio, presenta 6 facce uguali (1), quadrate, della stessa specie, il rombododecaedro ha 12 facce rombe, uguali, della stessa specie; combinati fra loro danno origine ad un solido *composto* che ha 18 facce, 12 delle quali corrispondono, per la loro posizione rispettiva (non per la forma e le dimensioni), a quelle del rombododecaedro, e 6 a quelle del cubo.

La combinazione od associazione di due forme si manifesta colla sostituzione delle faccette di una di esse agli angoli solidi ed agli spigoli dell'altra *(troncamento)*, ovvero colla sostituzione di spigoli più aperti o di angoli solidi diversi agli spigoli ed agli angoli preesistenti *(smussamento* nel primo caso, *spuntamento* nel secondo). Generalmente havvi in ogni solido composto una forma *dominante* combinata con una o più forme *subordinate.*

Molti cristalli composti risultano dalla combinazione di *zone* e di *coppie di facce* che non possono sussistere isolate; nel prisma a base romba, per esempio, si osservano quattro facce rettangolari, parallele a due a due, che isolatamente non sono suscettibili di formare una forma chiusa e di due facce rombe che hanno d'uopo di essere associate alle anzidette o ad altre per circoscrivere un solido.

Passando in rassegna un gran numero di forme composte, si venne a conoscere che non tutte le forme semplici, non tutte le zone o coppie di facce, sono indifferentemente associate fra loro; ma che, all'incontro, la combinazione si verifica solamente tra solidi o zone o coppie di facce, cui sono comuni certe condizioni di simmetria. Tali condizioni si mettono in evidenza riferendo la posizione delle facce, in ciascun cristallo, a certe coordinate fisse che si dicono *assi cristallografici.* Si scelgono per assi tre o quattro rette che s'intersecano nel centro del solido e collegano, in alcune delle forme più semplici, i centri delle facce opposte, i punti medii degli spigoli opposti o i vertici degli angoli opposti.

Or bene: sono possibili, tra le forme semplici conosciute, sei condizioni di assi, vale a dire sei diverse maniere di simmetria, che corrispondono a sei sistemi di assi, e, pertanto, fu diviso il complesso dei cristalli in sei categorie o *sistemi*, di cui segue l'elenco.

(1) Vedremo in seguito come debba intendersi questa uguaglianza.

Sistema	Condizioni di assi	Forma tipica
1°	3 assi uguali e perpendicolari	Ottaedro
2°	3 assi, 2 uguali fra loro, il terzo disuguale, tutti perpendicolari fra loro	Quadratottaedro
3°	4 assi, 3 uguali, intersecantisi ad angolo di 60° in un solo piano, il quarto disuguale perpendicolare sugli altri	Esagonododecaedro
4°	3 assi disuguali e rispettivamente perpendicolari	Rombottaedro
5°	3 assi disuguali, 2 perpendicolari fra loro, il terzo obliquo sugli altri	Ottaedro monoclino
6°	3 assi disuguali e rispettivamente obliqui . .	Ottaedro triclino

Conseguenza legittima di quanto precede si è che non esistono associazioni fra solidi riferibili a sistemi diversi, cioè dotati di diversa condizione di assi (1).

La divisione in sei sistemi delle forme cristalline è avvalorata dallo esame della *sfaldatura* o *clivaggio*, proprietà comune a molte specie minerali, in virtù della quale, per effetto della percussione o d'altro mezzo di meccanica divisione, i cristalli si frangono o si sfaldano secondo piani determinati.

La galena e il salmare si sfaldano, per esempio, secondo tre piani fra loro perpendicolari e i *solidi di sfaldatura* che ne risultano sono cubi o parallelepipedi; la calcite, il siderose si dividono pure secondo tre piani, ma rispettivamente obliqui e ne risultano frammenti romboedrici; la fluorina somministra per sfaldatura degli ottaedri; la mica di Moscovia si sfalda facilmente in una sola direzione e perciò si può ridurre, mediante un lieve sforzo, in lamine anche sottilissime.

Qualunque sia la forma dei cristalli presentati da una specie minerale, purchè questi sieno dotati di tre piani di sfaldatura, se ne consegue sempre, per divisione meccanica, un solido a facce egualmente orientate, solido bene spesso caratteristico per la incidenza delle sue facce. Così, le svariate forme della calcite (scalenoedri, romboedri, prismi esagoni basati ed altre numerosissime combinazioni) somministrano un romboedro di clivaggio, i cui spigoli ottusi misurano 105°.

(1) Lo studio delle forme semplici e composte riferibili a ciascun sistema si potrà fare proficuamente colla scorta delle opere speciali di Rose, Descloiseaux, Miller, Sella, Schrauf e particolarmente coll'*Atlas des Krystallformen des Mineralreiches* di quest'ultimo autore.

Il medesimo solido di sfaldatura non è mai dato, all'incontro, da forme riferibili a differenti sistemi cristallini.

Se consideriamo un certo numero di cristalli della stessa specie, appartenenti al medesimo minerale, vediamo variare assai la forma e l'estensione rispettiva delle facce, ma rimaner costanti le incidenze di queste. Per esempio, in una serie di cubi di pirite ne osserveremo indubbiamente qualcuno in cui quattro delle sei facce sono rettangolari, anzichè quadrate, e più o meno estese delle rimanenti, ma in ogni caso troveremo gli angoli retti; un'osservazione analoga può farsi in ordine agli ottaedri dell'allume, della fluorina e di qualsiasi altra specie. Da tale incostanza nella forma e nella estensione delle facce emerge la conseguenza che il cristallografo deve solo tener conto degli angoli, nell'apprezzamento dei cristalli, e che le denominazioni di cubo, di ottaedro, di tetraedro, ecc., adoperate in cristallografia, hanno un significato ben diverso da quello che vien loro attribuito in geometria.

Di più, il concetto dell'uguaglianza e della dissimiglianza differisce nelle due discipline, in quanto che, pel cristallografo, sono soltanto uguali le parti dei cristalli identicamente collocate rispetto agli assi, e disuguali quelle che non adempiono alla suaccennata condizione: abbiasi, a cagion d'esempio, un cubo di pirite, con due facce quadrate e le altre quattro rettangolari; questo sarà geometricamente uguale ad un prisma a base quadrata, ma cristallograficamente i due solidi appariranno tuttavia differentissimi, perchè le due facce quadrate incontrano nel cubo un asse che non può distinguersi dagli altri due (secondo la caratteristica del primo sistema), mentre, nel prisma, sulle due facce basali cade un asse disuguale da quelli che incontrano le altre facce; di più la differenza cristallografica dovrà estendersi evidentemente anche agli spigoli, comunque geometricamente identici, perciocchè nel prisma questi si trovano in rapporto con due specie di assi e quindi sono di due specie, mentre nel cubo, all'incontro, essendo i tre assi uguali, gli spigoli sono tutti uguali fra loro.

Queste considerazioni sono confermate dallo studio delle associazioni tra le forme cristalline. Si è già avvertito che tali associazioni si manifestano colla troncatura delle facce, degli spigoli o degli angoli, collo smussamento degli spigoli e collo spuntamento degli angoli. Orbene, una qualunque di tali modificazioni, quando si manifesti sopra una parte di un cristallo, si presenta pur contemporaneamente ed egualmente sulle altre parti uguali del medesimo. Quindi, se in un cubo si palesa la troncatura di uno spigolo, tutti gli altri spigoli saranno identicamente modificati, mentre in un prisma a base quadrata, una simile troncatura non potrà verificarsi che sugli otto spi-

goli culminanti, indipendentemente dagli altri quattro, o su questi indipendentemente dai primi. Tuttavolta la legge di *simmetria*, così vien denominata dai cristallografi, subisce non poche eccezioni, in quanto che, in virtù del fenomeno denominato *emiedria*, avviene non di rado che solo una metà delle parti uguali di un cristallo subisca una data modificazione o che, verificandosi questa su tutte le parti, non si sviluppi col numero normale delle facce, ma soltanto colla metà di esso. Così, la troncatura di quattro angoli del cubo, presi alternativamente, anzichè di otto, dà origine al tetraedro od emiottaedro, che è la più semplice delle forme emiedriche (1).

Altra legge capitale della cristallografia si è che si verificano dei rapporti numerici determinati tra le lunghezze degli assi omologhi di tutte le forme suscettibili di trovarsi insieme combinate. Così, a modo d'esempio, presa per unità la lunghezza dell'asse principale di un quadratottaedro di cassiterite (biossido di stagno), si può dimostrare che le variazioni subìte da quest'asse, nella serie degli altri quadratottaedri possibili nel medesimo minerale (restando costante la lunghezza degli assi secondarii), sono rappresentate da valori razionali fra loro (2).

Dalla legge enunciata si desume un'importante conseguenza pratica; ed è che in molti casi la lunghezza relativa degli assi d'un cristallo (lunghezza che si determina colla misura degli angoli sussidiata dal calcolo) fornisce un carattere sicuro per riconoscere la specie alla quale il cristallo si riferisce.

II.

Particolarità notevoli dei cristalli.

Pochi cristalli in natura adempiono alle condizioni di regolarità attribuite loro dalla teoria. E ciò, verosimilmente, perchè la loro perfezione originaria fu alterata posteriormente dagli agenti esterni, o perchè le forze che presiedono all'assetto delle molecole inorganiche furono disturbate nell'atto della cristallizzazione. Così è probabile che in molti casi l'eccessiva estensione di certe facce a scapito di altre, in un cristallo, provenga dagli ostacoli materiali che si opponevano allo sviluppo del medesimo, in determinate direzioni. Siccome tali irregola-

(1) Da ingegnose considerazioni sulla probabile costituzione molecolare dei cristalli emiedrici si inferisce che l'eccezione sia piuttosto apparente che reale.

(2) Vedasi una più chiara ed estesa esposizione di questa legge nei trattati di cristallografia.

rità possono facilmente provocare errori di determinazione, meritano di essere considerate, anche dal punto di vista della pratica. Si raccomanda pertanto agli studiosi di esaminare diligentemente gli ottaedri deformati per l'eccessivo sviluppo di quattro delle loro otto facce, i rombododecaedri con sei facce prevalentemente estese, simulanti prismi esagoni associati ad un romboedro, i trapezoedri simiglianti a scalenoedri, nonchè altri casi analoghi.

Le *strie*, i *solchi*, i *rilievi puntiformi*, le *tremie*, le *facce curve* o *a foggia di gradinate* sogliono parimente riguardarsi come irregolarità più apparenti che reali, essendo verosimilmente non semplici, ma *multipli*, i cristalli dotati di tali particolarità.

Le *strie trasversali* dei prismi bipiramidati di quarzo accennano alla compenetrazione di parecchi cristalli elementari; le *solcature longitudinali*, dei prismi esagoni di tormalina e di berillo indicano l'unione in un sol gruppo di un certo numero di prismi elementari di egual forma; le *punteggiature* visibili su certi cubi di pirite (le quali consistono in angoli triedri, sporgenti alla superficie delle facce) manifestano l'esistenza di minuti cristallini, da cui è compenetrata la massa del cristallo maggiore ; le cavità a tramoggie o *tremie* del salmarino sono esse pure il risultato dell'aggregazione di molti esaedri elementari e non certo *angoli rientranti d'un solo cristallo*, come potrebbe apparire a tutta prima.

Nei cristalli a faccie curve (come in taluni di diamante, di dolomite, di selenite) questa mostruosità, se così è lecito definirla, si suppone determinata da piani sovrapposti, regolarmente decrescenti nei margini, i quali piani si possono credere costituiti di altrettanti cristallini. I piani di decrescimento sono talvolta sensibili, ma tal'altra non si lasciano scorgere. Si hanno poi dei prismi arcuati o distorti nel senso della lunghezza, perchè, essendo costituiti di un certo numero di prismi elementari, questi non sono sovrapposti secondo uno stesso piano o le superficie di contatto non coincidono perfettamente.

Non si è trovata fin qui spiegazione ugualmente plausibile del fenomeno denominato *poliedria*, in virtù del quale compariscono nei cristalli certe facce sopranumerarie, le cui incidenze colle facce normali variano tra limiti non molto estesi, ma in modo indipendente dalle leggi di simmetria e di razionalità. Tali sono, per citare uno degli esempi addotti dal professore Scacchi, quelle che si osservano sui cristalli (esagonododecaedri) dello zaffiro d'India. È probabile che anche la poliedria, quando sarà sufficientemente conosciuta, potrà legittimamente ricondursi a qualche azione perturbatrice della forza cristallogenica e scompariranno le obbiezioni che per essa si muovono alle leggi cristallografiche.

Le forme irregolari presentate da certe sostanze minerali simulano talvolta veri cristalli. Il più istruttivo esempio di tali forme, che diconsi *pseudoregolari*, ci vien dato dal basalte, il quale, per effetto d'una contrazione, mentre passava dallo stato pastoso allo stato solido, si divise in prismi esagoni più o meno perfetti.

Certi minerali possono presentarsi sotto forme regolari, comunque non propriamente cristallizzati, ovvero in forme incompatibili colla struttura loro. Si conoscono due varietà principali di questa anomalia. Nell'una, che dicesi *pseudomorfosi*, un dato minerale, occupando in una roccia le cavità lasciate vacanti dai cristalli di un'altra specie (che furono disciolti o in altra guisa asportati), usurpa forme non sue. Così, per esempio, la steatite e il calcedonio rivestono le forme dello spinello o della fluorina. Nell'altra, che dicesi *epigenesi*, il minerale, senza cangiar forma, muta composizione per aggiunta, sottrazione o sostituzione di materia; e la nuova specie che ne deriva si trova, come nel caso precedente, sotto spoglie che non le son proprie. La ziguelina (ossido di rame) si converte, per esempio, in malachite (carbonato idrato di rame), senza perdere la sua forma ottaedrica, incompatibile con quelle proprie alla malachite. In virtù d'un fenomeno analogo, la goethite (idrossido di ferro) prende il posto della pirite (bisolfuro di ferro), conservando la forma cristallina di quest'ultima. La conversione in silice del legno di piante fossili e la petrificazione di ogni altro corpo organico sono casi d'epigenesi ai quali rimane estranea la cristallizzazione.

III.

Cristallizzazioni.

Il più delle volte i cristalli non trovansi isolati, ma sono uniti nel numero di due o più, formando delle *cristallizzazioni*. In queste si osserva generalmente una certa regolarità. I cristalli che le costituiscono sono talora uniti insieme per le facce, per gli spigoli o per gli angoli omologhi, ovvero si compenetrano in guisa che gli assi loro s'incontrano secondo angoli determinati e costanti. I prismi esagoni di berillo sono spesso uniti per gli spigoli laterali; i prismi a base romba di cimofane si trovano non di rado associati nel numero di tre, in guisa da formare un solido in forma di prisma esagono, e di leggieri potrebbe cader dubbio sulla natura di questa associazione se i tre sistemi di strie basali di cui sono dotati i tre prismi non ne rivelassero il vero significato. Nella staurotide, due prismi a base romba che si compenetrano reciprocamente, nella parte loro mediana, danno origine a gruppi cruci-

formi di perfetta regolarità. Nell'armotoma, prismi simiglianti si compenetrano, ma nel senso longitudinale; nello sfeno, finalmente, dall'unione di due o tre prismetti assai compressi, formansi delle cristallizzazioni cosiddette a *doccia*.

Nelle compenetrazioni di due cristalli, questi sono ridotti alcuna volta ad una sola metà per ciascuno e le due metà superstiti sono fra loro unite, non già nella posizione che dovrebbero occupare normalmente in un cristallo intero, ma come se l'una avesse compiuta una mezza rivoluzione sull'altra. Questo fatto, che si esprime col vocabolo *emitropia*, si verifica in molte cristallizzazioni d'ortose, d'augite, d'albite, di selenite (1) e d'altre specie e si manifesta generalmente con un angolo rientrante (pel quale passa il piano di giunzione dei due cristalli) e con una peculiare distribuzione di strie o solchi. La posizione rispettiva dei due mezzi cristalli può corrispondere a quella che si conseguirebbe facendo compiere un sesto di giro ad una metà sull'altra. Questo secondo caso, che dicesi *trasposizione*, si osserva talora nei cubi di rame nativo, negli ottaedri di pleonasto, negli scalenoedri di calcite. In tutti gli esempi ora citati il solido trasposto offre tre angoli rientranti. Ben s'intende che nei geminati emitropi e trasposti non avvenne alcun movimento nei due mezzi cristalli; essi si formarono simultaneamente nella posizione loro rispettiva.

Le varie maniere di unione e di compenetrazione dei cristalli, semplici o complicate di emitropia o di trasposizione, forniscono alla mineralogia pratica preziosi criterii di determinazione.

IV.

Dimorfismo e Isomorfismo.

Si conoscono alcuni corpi semplici e non pochi composti i quali si presentano in forme cristalline, ora appartenenti ad un sistema, ora ad un altro. È noto che lo zolfo conseguito per fusione si trova in prismi obliqui (quinto sistema) e quello che vien fatto cristallizzare per soluzione assume invece figure di rombottaedri (quarto sistema). Similmente il comunissimo carbonato di calcio si presenta in cristallizzazioni esagonali nella calcite (terzo sistema) e in prismi ortorombici (quarto sistema) nell'aragonite. Questo fenomeno porta il nome di *dimorfismo*, e *dimorfi* diconsi i corpi che ne danno esempio.

Per *corpi isomorfi* s'intendono quelli che cristallizzano in forme

(1) Nella selenite così detta a ferro di lancia.

simili, riferibili al medesimo sistema, e sono suscettibili di prendere il posto l'uno dell'altro, nelle combinazioni, senza che in queste rimanga alterato il tipo mineralogico. Il sesquiossido di ferro e il sesquiossido d'alluminio sono isomorfi, perchè presentano forme cristalline analoghe, e si sostituiscono parzialmente o completamente in molti composti, risultandone minerali fra di loro strettamente affini.

V.

Goniometri.

Da quanto abbiamo riferito intorno all'incostanza della forma e delle dimensioni nelle facce dei cristalli, ognun vede che i caratteri essenziali di essi debbonsi ricavare dalle loro ncidenze. Nel caso del cubo, dell'ottaedro, del rombododecaedro, forme comuni a molte specie, la misura di tali incidenze, mentre ci consente di riconoscere con sicurezza questi solidi, ci fornisce un criterio di molto peso, quantunque insufficiente da solo, per distinguere un minerale; ma quando si abbia a fare con quadratottaedri, rombottaedri, esagonododecaedri, scalenoedri, ecc., la misura degli angoli è suscettibile di somministrare caratteri distintivi che conducono alla immediata determinazione di una specie. Gli angoli dei cristalli si misurano praticamente per mezzo di stromenti denominati *goniometri.*

Il *goniometro* di *Carangeot* o *d'applicazione*, per mezzo del quale Hauy dimostrò alcuni fatti fondamentali intorno alla simmetria dei cristalli, consiste in due regoli di metallo (ordinariamente d'acciaio), imperniati nel centro di un semicircolo parimente metallico, diviso in 180°. Uno dei regoli è collocato in tal posizione che corrisponde al diametro del semicircolo e può muoversi solamente nel senso della sua lunghezza; l'altro è mobile intorno ad un perno centrale e può anche scorrere di un certo tratto sul medesimo; entrambi si possono rendere fissi mediante viti di pressione. Il numero di gradi segnato sul semicircolo, dal regolo mobile, corrisponde evidentemente alla misura dell'angolo formato tra questo e l'alidada fissa, nonchè alla misura dell'angolo opposto al vertice; per conseguenza, applicando esattamente i due regoli, sulle due facce contigue d'un cristallo, si conseguirà facilmente la misura della loro reciproca incidenza. Ma converrà, perciò, che il contatto sia perfetto e che le alidade sieno situate perpendicolarmente allo spigolo da misurarsi. Acciocchè sia possibile l'operazione, anche per gli spigoli dei cristalli poco voluminosi e di quelli che sono impegnati in pezzi di roccia o in cristallizzazioni, la porzione di ogni regolo destinata

ad applicarsi sul cristallo si deve poter accorciare od allungare a piacere, come già fu accennato. Per lo stesso oggetto, il semicircolo è formato di due parti, le quali, essendo unite a cerniera, si possono ripiegare l'una sull'altra. Un apposito uncino serve a tener fisse le due part nello stesso piano, quando il semicircolo rimane aperto.

Tale stromento, ad onta dei suoi pregi, riesce insufficiente allorchè si richiedono misure precise e specialmente quando si tratti di determinare gli angoli di cristalli assai minuti. A quest'uopo sono assai più acconci i goniometri a riflessione, tra i quali il più semplice è detto dal nome del suo inventore, *goniometro di Wollaston*. Questo stromento è solamente applicabile ai cristalli le cui facce sono atte a riflettere la luce e richiede nell'osservatore molta accuratezza e precisione.

Da parecchi scienziati furono introdotti nel goniometro a riflessione ingegnosi perfezionamenti e modificazioni, mercè le quali si eli minano varie cause d'errore.

Per porsi in grado di far uso dei caratteri cristallografici nella determinazione dei minerali, lo studioso imparerà a conoscere, per mezzo di opportuni modelli e di buone figure, le forme semplici che si danno tra i minerali e si eserciterà ad interpretare le principali forme composte di ciascun sistema; non omettendo di osservare coi proprii occhi esemplari dimostrativi di quelle particolari disposizioni dei cristalli che tendono ad occultarne la vera natura, ciò fino a che non abbia acquistato una certa sicurezza nel riconoscere a colpo d'occhio le forme più ovvie, ad onta delle geminazioni, delle emitropie, delle distorsioni, ecc. Passerà poscia alla misura degli angoli, dapprima col goniometro di Carangeot, poi per mezzo di quello a riflessione.

Dalla misura degli angoli si consegue, per mezzo di calcoli, la misura delle lunghezze e delle obliquità rispettive degli assi e quindi la determinazione della forma primitiva, di quella cioè dalla quale, per via di semplici modificazioni, si possono dedurre tutte le altre possibili in una data specie. Per quanto concerne tali calcoli, il lettore troverà le opportune istruzioni nei trattati di cristallografia (1).

(1) È da raccomandarsi in proposito il *Traité de Cristallographie* di AUGUSTE HUARD - Paris, Borrani et Droz, 1854.

PARTE QUARTA.

APPREZZAMENTO DEI CARATTERI FISICI ED ORGANOLEPTICI.

I.

Configurazione.

Alcuni mineralogisti sogliono assegnare il nome di *forme imitative* a quelle presentate da aggregazioni di cristalli e da masse in cui la cristallizzazione non apparisce o è poco manifesta. Preferiamo a questa espressione il vocabolo *configurazioni* che esprime un concetto meno definito, ma più giusto. Nulla vi ha infatti di esattamente determinato nelle configurazioni, e la classificazione loro può dirsi arbitraria, così come sono arbitrarii l'estensione e il numero degli oggetti che vi si considerano.

Alcune di esse, così dette *aciculari*, *bacillari*, *fibrose*, *capillari*, *filamentose*, *cotonose* sono subordinate evidentemente alla condizione cristallina dei minerali che le presentano. Gli aghi e le bacchette della stibina, le fibre, i filamenti di certe varietà di tremolite non sono di fatti che cristalli variamente modificati.

La configurazione *dentritica* della manganite e dell'oro, nonchè le sue varietà *filiciformi*, *palmate*, *reticolate*, comuni in parecchi metalli nativi, sono dovute a cristallizzazioni arborescenti, di cui talvolta appariscono distinti i cristallini elementari. Lo stesso dicasi della *coralloide*, quale osservasi nell'aragonite.

Le configurazioni *fogliacee* o *laminari*, proprie al talco, alle miche, alle cloriti, sono intimamente connesse alle forme cristalline e alla facile sfaldatura che si verificano in tali specie.

Non sono, all'incontro, collegate necessariamente colle forme regolari, comunque bene spesso dotate di struttura cristallina, le configurazioni di cui segue l'elenco.

Noduli od *arnioni*, cioè masse più o meno tondeggianti originate per concentrazione di materia in seno alle roccie (nel calcedonio, nella marcasita).

Oetiti, vale a dire arnioni internamente cavi, contenenti un nucleo libero che risuona allorchè l'oggetto venga scosso (limonite).

Configurazioni *mammellonari*, *botriodali*, *stalattitiche*, *stalagmitiche*, *oolitiche*, *pisolitiche*, in una sola parola d'*incrostazione*, originate dal deposito di materiali primamente sciolti nelle acque, proprie a varie specie minerali (massimamente alla calcite, all'aragonite, alla limonite, alla malachite).

II.

Struttura e frattura.

La *struttura* vuol esser considerata nei minerali e nelle roccie non meno della configurazione. Mancando una perfetta cristallizzazione, essa rivela tuttavolta una condizione cristallina più o meno rudimentale quando sia *lamellare*, *sublamellare*, *saccaroide*, *ceroide* o *fibrosa*, come in certi calcari, nei gessi, ecc.

Nella struttura *scistosa*, che è frequentissima, la divisione in fogli o lamelle del minerale o della roccia è indipendente dalla cristallizzazione.

Oltre alle summentovate, sono a notarsi fra le strutture più ovvie la *omogenea* o *compatta* propria a certe silici e ad alcune varietà di calcari, la *xiloide* o *legnosa*, quasi esclusiva della cassiterite, la *vetrosa* delle ossidiane e delle retiniti, la *cellulare* delle lave, delle trachiti, la *porosa*, l'*alveolare*, la *cariata*, la *screpolata*, ecc.

La così detta struttura *porfirica*, nella quale si hanno cristalli disseminati in una pasta omogenea (come nel porfido, nell'ofite, ecc.) e l'*amigdaloide*, in cui una pasta consimile contiene noduli in forma di mandorle, costituiti di minerali cristallizzati, ci sembrano anzichè strutture propriamente dette, peculiari forme litologiche.

La struttura è messa in evidenza dalla *frattura*, la quale, quando manchi il clivaggio, può essere *scagliosa*, *concoide*, *conoide*, *sigrinata*, ecc.

III.

Peso specifico.

Il peso specifico di un corpo è il rapporto che esiste tra il suo peso, sotto un dato volume, e il peso di un ugual volume di acqua distillata (1). Se si dice, per esempio, che il peso della pirite è 5, s'intende

(1) Alla temperatura di 4° del term. cent. e alla pressione ordinaria.

adunque che un centimetro cubo, un decimetro cubo, un metro cubo di pirite pesano 5 volte più d'un centimetro cubo, di un decimetro cubo, di un metro cubo d'acqua distillata.

I metalli nativi e i minerali metallici hanno d'ordinario un peso specifico più elevato degli altri, come risulta dal seguente prospetto:

Minerali	Pesi specifici	Minerali	Pesi specifici	Minerali	Pesi specifici
Platino . . .	21,53	Cassiterite .	6,70	Tormalina .	3,04
Oro	19,26	Oligisto . . .	5,22	Quarzo . . .	2,65
Mercurio . .	13,59	Rubino . . .	4,28	Grafite . . .	2,50
Argento. . .	10,47	Blenda . . .	4,16	Ortose. . . .	2,40
Rame	8,85	Smeraldo . .	3,90	Solfo	2,08
Galena . . .	7,88	Diamante . .	3,53	Ambra . . .	1,07
Ferro	7,78	Topazio. . .	3,50		

Il peso specifico varia, in limiti assai ristretti, secondo la struttura e il modo d'aggregazione dei corpi. Esso raggiunge il suo massimo negli esemplari perfettamente cristallizzati e specialmente nei piccoli cristalli.

Per la pratica determinazione del peso specifico si possono proporre due metodi. In uno di questi si adopera il *tubo graduato di Osann*, che è una breve canna di vetro, del diametro di un centimetro a un centimetro e mezzo, chiusa ad una delle sue estremità, e divisa per due terzi della sua lunghezza in gradi corrispondenti a centimetri cubi e decimi di centimetri cubi. Si versa in essa una quantità sufficiente d'acqua distillata, poi vi si introducono alcuni pezzetti del minerale di cui si vuol conoscere il peso specifico. Il livello dell'acqua distillata si innalza allora nel tubo fino ad una certa altezza e segna col suo livello il volume del minerale. Basta dividere la cifra che rappresenta il peso assoluto del corpo per quella che indica il suo volume per ottenere il valore desiderato.

Allo stesso oggetto si adopera la *boccetta a volume costante di Gay-Lussac*. È una piccola bottiglia di vetro, a collo stretto, munita di turacciolo di cristallo smerigliato, il quale è attraversato da un foro capillare. Per eseguire l'esperimento si riempie completamente la boccetta d'acqua distillata, si tura in guisa che non rimanga aria fra il liquido ed il turacciolo (il che si consegue agevolmente per mezzo del foro che attraversa quest'ultimo), poi si pesa. Vi si introduce allora il minerale, in piccoli frammenti, e nuovamente si tura con cautela, escludendo l'aria, e si pesa una seconda volta. Il peso dovrà risultare dalla somma di quelli della boccetta piena d'acqua e del minerale, tol-

tone il peso del liquido spostato. Ma questo corrisponde evidentemente al volume del minerale impiegato, dimodochè una semplice operazione d'aritmetica ci somministrerà, come nel caso precedente, la cifra richiesta.

Sia dunque 12 grammi, per esempio, il peso della boccetta di Gay-Lussac piena d'acqua; sia 10 grammi quello di alcuni pezzetti di pirite; sia 20 grammi quello della boccetta piena d'acqua, contenente anche la pirite; il peso dell'acqua spostata non potrà essere che di 22 grammi, meno 20, cioè di 2 grammi; e per conseguenza il suo volume, pari a quello della pirite impiegata, risulterà di due centimetri cubi; non rimarrà allora, per conseguire l'intento, che a dividere 10, peso assoluto del minerale, per 2, volume del medesimo, e ne concluderemo che il peso specifico della pirite è 5.

Seguendo l'uno o l'altro di questi metodi, si avverta di non ridurre il minerale in polvere troppo sottile, perchè esso rimarrebbe galleggiante in gran parte sull'acqua o trascinerebbe seco al fondo molte bollicine d'aria. In ogni caso è utile di riscaldare alcun poco il liquido, dopo avervi introdotto i pezzetti di minerale, affine di cacciar l'aria che vi potesse aderire.

Volendo determinare il peso specifico di un minerale solubile nell'acqua si spalmano i frammenti del medesimo d'una sottil vernice insolubile, o, meglio, si eseguiscono le pesate colla boccetta di Gay-Lussac dopo averla riempita di un liquido in cui il minerale non sia solubile (alcool, olio, etere). Si corregge poscia il valore ottenuto moltiplicandolo per la cifra che esprime la densità del liquido impiegato invece dell'acqua.

IV.

Durezza.

Si misura la durezza propria ad un minerale verificando se può essere intaccato da un frammento angoloso di un altro minerale scelto qual termine di paragone, ovvero provando a scalfire con esso altri corpi di durezza nota.

Per rendere più agevole l'esperimento, Mohs propose una *scala delle durezze*, costituita di 10 termini, ciascuno dei quali è scalfitto dal precedente ed intacca il seguente; questi termini sono rappresentati dalle seguenti specie:

1° Talco; 2° Selenite cristallizzata; 3° Calcite (varietà detta Spato d'Islanda); 4° Fluorina; 5° Apatite; 6° Ortose; 7° Quarzo; 8° Topazio; 9° Corindone; 10° Diamante.

L'acciaio intacca l'ortose e non il quarzo; la sua durezza è dunque intermedia fra il 6° ed il 7° termine.

Per mezzo di strumenti denominati *sclerometri* si può misurare esattamente la durezza o coesione tangenziale e la durezza o coesione normale che debbono vincersi per produrre una intaccatura sopra un dato minerale mediante un corpo duro. Ma di tali strumenti si fa poco uso nella pratica.

Nello esplorare la durezza dei minerali cristallizzati, si osserva che la resistenza alla intaccatura varia tra le facce di diversa specie di un cristallo e, in una sola faccia, varia altresì secondo la direzione nella quale si produce l'intaccatura.

V.

Elasticità e tenacità.

Tra i caratteri fisici dei minerali non son da trascurare quelli relativi alla *tenacità* ed alla *elasticità*. Sono minerali tenaci la giada e il serpentino, che possono venir percossi violentemente senza rompersi. Il contrapposto della tenacità è la *fragilità*, e ce ne offrono esempi lo zolfo, la galena, la pirite e il diamante, l'ultimo dei quali è tuttavolta il più duro dei minerali. La *fragilità* dell'orpimento, dell'acido borico, delle ocre, minerali che si frangono sotto la pressione delle dita, si dice *friabilità*.

L'elasticità in grado notevole è propria a pochi minerali, per esempio all'elaterite, che facilmente si sforma sotto la minima pressione e ripiglia la figura primitiva non appena sia cessata la pressione. La mica ha una *elasticità di flessione* ben manifesta. Il *talco* e l'*orpimento* sono all'incontro *flessibili*, ma poco o punto elastici. I minerali suscettibili di mutar forma in modo permanente per effetto di una pressione o di una trazione più o meno energiche si chiamano *duttili*. Tali sono, nel più alto grado, l'oro, l'argento, il platino, suscettibili di foggiarsi in lamine tenuissime al laminatoio o di tirarsi in fili minutissimi alla filiera. I minerali che si manifestano duttili sotto i colpi del maglio, come il piombo, l'argirose, la calcosina, diconsi *malleabili*.

La *sonorità* è strettamente connessa colla elasticità, e quando si presenti in grado eminente, come in certi metalli, nella roccia denominata *fonolite*, nel *basalte*, nel marmo detto *campanino*, è un carattere apprezzabile nella distinzione delle specie mineralogiche.

IV.

Colore, lucentezza e trasparenza.

Tra circa 1000 specie di minerali, non meno di 200 sono incolore (quarzo, calcite, diamante, selenite, anglesite), alcune sono nere (melanite, augite, pleonasto, orneblenda, pirolusite) ed altre presentano delle tinte particolari, dipendenti dalla loro composizione chimica: l'orpimento è giallo, lo zolfo giallo citrino, il cinabro è vermiglio, l'eritrina è cremisi, l'azzurrite è azzurra, la malachite è verde, la dioptasia è verde smeraldo, l'idocrasia è verde bottiglia. Sono generalmente colorate le combinazioni dei metalli coll'ossigeno e collo zolfo.

I colori propri costituirebbero uno dei migliori criteri per distinguere le singole specie, se non fossero comunemente occultati dalle impurità contenute nel minerale e se molte sostanze incolore non fossero suscettibili di assumere delle colorazioni accidentali dovute a piccole quantità di corpi estranei. Così, il quarzo si trova ora rosso, ora violaceo, ora verde, ora nero, perchè inquinato d'ossido di manganese, di clorite o di carbonio. Lo stesso dicasi del corindone, del berillo, della celestina, della baritina e d'altre molte specie che normalmente si presentano incolore.

Si osserva bene spesso che il colore proprio di certi minerali apparisce diverso, secondo che si osserva in un esemplare compatto, ovvero nella polvere di esso. La pirargirite, i cui cristalli sono neri, si fa nella scalfittura rosso cilegia, perchè tale è il colore della sua polvere; l'oligisto, che è di color bigio d'acciaio allo stato cristallino, ridotto in polvere, assume color rosso mattone; la malachite, che è verde, somministra polvere biancastra. Il color della polvere si esplora abitualmente colla scalfittura, per mezzo di una punta d'acciaio, o colla porfirizzazione in un mortaio d'agata o sopra un dado d'acciaio. In poche specie si può anche verificare strofinando il saggio sopra un foglio di carta comune o sopra una lastra di porcellana greggia. I segni neroverdastri che lascia la molibdenite sopra una carta smerigliata o vetrata, valgono a distinguere questo minerale dalla grafite che fa invece dei segni neri o bigi.

La *lucentezza* dei minerali può essere *adamantina*, *metallica*, *vetrosa*, *grassa* o *madreperlacea;* alcuni distinguono anche la *semimetallica* e la *sericea*. Tutte queste espressioni, che fanno parte del linguaggio comune, non abbisognano di spiegazione.

Rispetto alla proprietà di lasciarsi attraversare dai raggi luminosi, si dicono *trasparenti* o *diafani* i minerali attraverso i quali si effettua

la visione quasi perfetta degli oggetti; *translucidi* quelli che permettonó di veder debolmente un oggetto per tutta la loro massa; *semitrasparenti* quelli attraverso i quali se ne scorgono i soli contorni; *pellucidi* finalmente quelli pei quali la luce appena trasparisce negli spigoli e negli angoli.

VII.

Rifrazione semplice e doppia.

Quando un raggio luminoso passa da un mezzo diafano ad un altro di diversa densità, come per esempio dall'aria all'acqua o viceversa, devia dalla sua prima direzione e si dice che si rifrange.

Se si osservi un segno tracciato sopra una carta, attraverso ad un cristallo diafano di calcite, il segno apparisce doppio, e ciò perchè ogni raggio luminoso che penetra in quel cristallo non solo si rifrange, ma inoltre si sdoppia. Questo fenomeno, detto *doppia rifrazione*, si verifica nei cristalli di molte altre specie.

Uno dei due raggi che provengono dalla doppia rifrazione segue le leggi della rifrazione ordinaria e dicesi *raggio ordinario*, l'altro segue leggi diverse e dicesi *raggio straordinario*. Una delle immagini che si vedono guardando un segno attraverso il suddetto cristallo è più intensa ed appartiene al raggio ordinario (*immagine ordinaria*); l'altra è più pallida ed appartiene al raggio straordinario (*immagine straordinaria*).

Variando in più maniere la posizione del cristallo, e ripetendo la esperienza, si osserva che vi ha una direzione nella quale i due raggi della doppia rifrazione si confondono e non si scorge più che una sola immagine. Questa direzione dicesi *asse della doppia rifrazione* o *asse ottico*, e corrisponde all'asse principale del romboedro. In un prisma a base romba di topazio e in altri cristalli sono due le direzioni nelle quali si confondono le immagini della doppia rifrazione e per conseguenza sono due gli assi della doppia rifrazione.

Pei cristalli dotati di un solo asse ottico non è sempre identica la posizione rispettiva del raggio straordinario e dell'ordinario: in alcuni, detti *positivi*, il primo si mostra più vicino del secondo all'asse ottico, in altri, denominati *negativi*, si verifica la disposizione inversa. Dallo studio della rifrazione semplice e doppia, applicato ai cristalli, risultano questi fatti capitali:

1° In tutti i cristalli riferibili al primo sistema, come nei minerali non cristallizzati, la rifrazione è semplice;

2° In tutti i cristalli appartenenti agli altri 5 sistemi la rifrazione è doppia;

3° In tutti i cristalli appartenenti al secondo e al terzo sistema la rifrazione è doppia e ad un solo asse: in quelli spettanti agli ultimi tre sistemi la rifrazione è doppia e a due assi;

4° Tra i cristalli a un asse alcuni sono positivi altri negativi.

Non è sempre facile il verificare direttamente se un cristallo sia o no dotato della doppia rifrazione. Il più delle volte questo carattere non si avverte se non si osserva in una lamina sottile tagliata normalmente all'asse principale. Altre volte certe irregolarità di struttura esistenti nel cristallo possono farlo sembrare birefrangente abbenchè non sia (1).

Si conoscono parecchi stromenti destinati ad esplorare le proprietà ottiche dei minerali, ma nel caso nostro merita solo un cenno la *pinzetta a tormaline*, che è semplicissima e di uso facile assai. Questo consiste in una pinzetta di ottone munita a ciascuna delle sue estremità di un anello metallico mobile in una ghiera, il quale porta una laminetta di tormalina incastrata in un disco di sughero. Le lamine di tormalina devono essere tagliate parallelamente al loro asse ottico.

Sovrapposte le due lamine di tormalina in guisa che siano incrociate, l'area d'incrociamento apparisce nera, opaca; ma se tra esse viene interposta una lamina di un cristallo birefrangente, tagliata perpendicolarmente all'asse ottico, l'area d'incrociamento si lascia attraversare dalla luce. Eseguendo l'esperienza con laminette di sufficiente sottigliezza, si può anche conoscere se il cristallo possiede un asse ottico o due, e quindi se appartiene al 2° o al 3° sistema ovvero ad uno dei tre ultimi. Le lamine dei cristalli a un asse presentano infatti, attraverso alle due tormaline, un sistema di anelli colorati concentrici interrotti da una sorta di croce oscura. Mentre quelle dei cristalli a due assi lasciano scorgere due sistemi di anelli colorati, ovvero un complesso di curve concentriche assai allungate, a colori, interrotte trasversalmente da due nappe oscure.

La proprietà della tormalina analizzatrice si connette strettamente coi fenomeni della polarizzazione, il cui studio non può trovar luogo tra questi brevi appunti (2).

(1) Ciò si verifica bene spesso negli ottaedri d'allume.

(2) La fisica mineralogica, specialmente in quanto riflette le proprietà ottiche dei minerali, è ampiamente trattata nella grande opera di Schrauf che ha per titolo: *Lehrbuch der physikalischen Mineralogie;* I Band: *Krystallographie,* 1866; II Band; *Krystallophysik,* 1868.

VIII.

Iridescenza, policroismo, fosforescenza.

L'*iridescenza* è un carattere piuttosto raro tra i minerali, il quale proviene da un giuoco di rifrazioni che può essere prodotto da cause diverse come, per esempio, dalla esistenza alla superficie del minerale di una sottilissima pellicola trasparente che decompone la luce (oligisto), da esilissime fenditure sparse nella massa (opale), da materiali fibrosi distribuiti in un minerale translucido (labradorite). Si chiama *opalescenza* quella varietà di iridescenza che è propria dell'opale, e *gatteggiamento* si dice quella caratteristica del quarzo occhio di gatto, il quale presenta, sotto diverse incidenze di luce, anelli luminosi variamente colorati, e rammenta pel vivido bagliore l'occhio dei felini.

Per *avventurinamento* s'intende il vago scintillare che si osserva in certe varietà di quarzo e di lapislazzuli, dovuto alla presenza di particelle lucenti disseminate in una massa translucida o pellucida.

Il *policroismo* è una proprietà comune a non poche specie (dicroite, topazio, cimofane), mercè la quale presentano ora un colore ora un altro, se guardate per trasparenza o per riflessione. I colori sono generalmente due; uno, per lo più, complementare dell'altro.

Molti minerali, tra i quali il diamante, la stronzianite, l'aragonite diventano *fosforescenti*, cioè luminosi, nell'oscurità, in seguito ad una insolazione più o meno prolungata. Alcuni danno luogo a questo fenomeno se sottoposti ad una corrente elettrica o all'influenza di azioni meccaniche; così, certe varietà di blenda e di dolomite, quando si scalfiscono con una punta, la mica quando si sfalda in lamine. La fosforescenza per riscaldamento è propria ad un numero assai maggiore di specie e per esempio alla fluorina, di cui certe varietà si fanno luminose, se subiscono soltanto il calor della mano; alla fosforite che emette luce a 100°, alla calcite e a molti silicati che sono debolmente luminosi da 200° fino a 370°.

IX.

Fusibilità, volatilità.

La *fusibilità* somministra uno dei più utili criteri distintivi. Questo carattere si suole sperimentare colla fiamma di una candela o di un lume ad olio o ad alcool, della quale si esalta il potere calorifico col *cannello ferruminatorio*. Tal preziosissimo strumento consiste in un tubo di metallo, di forma conica, piegato ad angolo retto e, presso l'e-

stremità più sottile, terminato da un beccuccio di platino, munito di minutissimo foro (1); l'estremità opposta porta una imboccatura di forma variabile, destinata a stringersi fra le labbra o ad applicarsi sulla bocca. Questo tubo si può dividere abitualmente in più pezzi, e presenta presso la piegatura una piccola cavità sferica o cilindrica destinata a condensare l'umidità quando si soffia nello strumento (2).

L'operatore si serve del cannello insufflandovi con forza moderata una corrente d'aria, possibilmente regolare e continua. A far uso utilmente di questo strumento si perviene con un po' d'esercizio, avendo cura di trarre il respiro senza interrompere il soffio. Il getto d'aria introdotto nella fiamma la riduce a forma di dardo e ne concentra l'effetto sopro un punto solo.

Le proprietà della fiamma avvivata dal cannello variano secondo le regioni della fiamma stessa e secondo il punto in cui si colloca il beccuccio. Su ciò ritorneremo a suo tempo, trattando della chimica mineralogica; intanto importa notare che il punto più caldo della fiamma si trova alla estremità del dardo.

Il minerale che si sperimenta si deve previamente ridurre in piccoli frammenti o in polvere, e si suol presentare alla fiamma col mezzo di una pinzetta a punte di platino, o sopra un filo dello stesso metallo, piegato ad uncino.

Alcuni minerali sono facilmente fusibili alla fiamma di una candela ordinaria, ed altri resistono senza liquefarsi alle temperature più elevate che si possano conseguire per mezzo del cannello. Affine di determinare approssimativamente i gradi intermedi che si danno fra questi estremi si è proposta da Kobell la seguente scala di fusibilità che somministra all'uopo gli opportuni termini di paragone:

1° Stibina, si fonde facilmente alla fiamma d'una candela;

2° Mesotipo in schegge sottili, si fonde alla fiamma d'una candela;

3° Almandino, si fonde facilmente al cannello anche in frammenti di un certo volume;

4° Attinoto (di Zillerthal), si fonde al cannello in schegge più o meno sottili;

5° Ortose, var. adularia (del San Gottardo), si fonde meno facilmente;

6° Bronzite (di Kupferberg in Baviera), si arrotonda sui margini soltanto, se si presenta al dardo del cannello in ischegge sottilissime.

(1) La sottigliezza del foro varia secondo le operazioni cui il cannello deve servire.

(2) Sono preferibili i cannelli di metallo, ad imboccatura piatta o svasata di corno o d'avorio.

Molti corpi, come l'arsenico, l'antimonio, il cinabro, sono suscettibili di volatilizzarsi al cannello, emettendo talvolta dei vapori odorosi; per l'odore caratteristico dei suoi vapori, l'arsenico si distingue facilmente da tutti gli altri. Gli stessi corpi, mentre si volatizzano, si *sublimano* in minuti cristalli, se i vapori loro incontrano una parete fredda.

X.

Solubilità, tatto, odore ecc.

I minerali sono in massima parte insolubili nell'acqua; alcuni, che non vi si disciolgono alla temperatura ordinaria, acquistano questa proprietà a caldo; la soluzione avviene più facilmente quando sieno ridotti in polvere. Moltissimi sono solubili negli acidi energici e pochi finalmente richiedono per disciogliersi dei liquidi alcalini più o meno concentrati. La capacità solvente di ciascun liquido cangia col variare della composizione e della costituzione chimica del minerale e, in generale, è pur subordinata alla temperatura e alla pressione. Una soluzione che contenga quanto può disciogliere di un dato minerale si dice *satura.*[1] Se una porzione del solvente sia eliminata per evaporazione e parte del minerale si depositi allo stato solido, il residuo del solvente prende nome di *acqua madre.*

Il senso di freddo provocato dal contatto dell'esemplare sulle labbra (dipendente dal grado di *conducibilità*), l'aderenza alla lingua (*allappamento*), il *tatto*, che può essere *ruvido, scabro, untuoso*, l'*odore* e soprattutto il *sapore* forniscono altrettanti utili caratteri pel riconoscimento di certe specie.

PARTE QUINTA.

APPREZZAMENTO DEI CARATTERI CHIMICI.

Avviene spesso che l'esame dei caratteri fisici di un minerale non sia sufficiente a determinare la specie e che si richieda all'uopo l'*analisi chimica qualitativa* o *quantitativa*. Colla prima si vuol conoscere di quali elementi risulta il minerale, colla seconda si ricerca inoltre in qual proporzione questi elementi sono tra di loro uniti.

Al mineralista giova mettere in pratica gli artifizi dell'analisi qualitativa, scegliendo tra questi i più semplici, i più facili e spediti e quelli che permettono di operare sopra una piccola quantità di materia. Le analisi quantitative, ove si reputano necessarie, si affidano, il più delle volte, a chimici di professione, perchè richiedono una certa pratica nelle manipolazioni ed un laboratorio ben arredato.

I.

Laboratorio mineralogico.

Il laboratorio mineralogico comprende un piccolo numero di apparecchi e strumenti di piccola dimensione. Questi sono:

1° Parecchi tubetti di vetro retti o piegati ad angolo ottuso, chiusi od affilati ad una delle loro estremità;

2° Alcune capsule di porcellana e bacinelle d'evaporazione (queste ultime possono essere semplicemente vetri da orologio);

3° Un imbutino e vari bicchierini;

4° Carta da filtri;

5° Laminette, fili ed uncini di platino;

6° Un cucchiaino od un crogiuoletto dello stesso metallo;

7° Una lampada a olio o ad alcool, ovvero una semplice candela stearica;

8° Un cannello ferruminatorio (v. la descrizione datane a pag. 494);

9° Una doppia pinzetta a punte di platino;

10. Altre pinzette diverse d'acciaio o d'ottone;

11. Alcune lime o bulini di buona tempra;

12. Uno o due perforatori;

13. Un piccolo martello e un dado d'acciaio;

14. Un piccolo mortaio d'agata col suo pestello;

15. Una sbarra di ferro calamitata;

16. Una buona lente;

17. Alcuni parallelepipedi di carbone di pino, di salice o di bossolo, lunghi dai 10 ai 15 centimetri, i quali servono ad uso di sostegni e qualche volta anche quali reattivi in parecchie operazioni (1).

Questi oggetti si trovano raccolti in appositi astucci o cassette che si acquistano presso vari fabbricanti di apparati per le scienze, in Germania, in Francia e in Inghilterra (2).

(1) Il carbone deve essere omogeneo, scevro di nodi, non troppo denso.

(2) A Parigi presso il signor BREWER (Rue Saint André des Arts, 43) si tro-

Alcune cassette contengono anche certi ordigni utili per l'analisi quantitativa, come per esempio un paio di bilancine, tubi graduati, coppelle, ecc. In altre sono collocati vari strumenti che servono allo studio dei caratteri fisici e cristallografici dei minerali e segnatamente la pinzetta a tormaline, la boccetta a volume costante, il goniometro d'applicazione, ecc.

Ogni viaggiatore che intende occuparsi di mineralogia si procurerà naturalmente una di tali cassette, e la sua scelta dovrà portarsi sopra quella che meglio si adatta all'indole speciale delle proprie ricerche.

Ad ogni modo egli farà bene a porre in due astucci separati gli oggetti sopra indicati e i reattivi, perchè le emanazioni di questi possono alterare il metallo degli stromenti e renderli inservibili.

Rispetto ai reattivi, segue l'elenco dei più necessari, i quali, naturalmente, non possono bastare che alla determinazione delle specie più ovvie:

1. Acido solforico (liquido)
2.* » cloridrico (1) (id.)
3.* » nitrico (id.)
4.* Carbonato sodico (2) (solido)
5. Nitrato d'argento (liquido)
6. Sulfidrato ammonico (id.)
7. Acido solfidrico (3) (id.)
8. Cloruro di bario (id.)
9. Ammoniaca (id.)
10.* Borace (4) (solido)
11. Cianuro di potassio (id.)
12.* Sal di fosforo (5) (id.)
13. Nitro (6) (id.)
14. Ossido di rame (id.)
15. Bisolfato potassico (id.)
16. Carta di tornasole azzurra e arrossata da un acido.
17. Nitrato di cobalto (liquido)

vano buone scatole da mineralogista, costruite secondo i suggerimenti del signor Terreil, le quali costano 130 e 150 lire. Altre di varie maniere, ne tiene nella medesima città il signor Pisani (Rue de l'Ancienne Comédie, 29) e il signor Rousseau (Rue des Écoles, 44). In Italia il Tecnomasio, a Milano (via della Pace, 10) e la Società tecnica di ingegneria, ed industria, residente a Firenze (Borgo dei Greci, 10 *bis*) s'incaricano di provvedere simili cassette per saggi mineralogici e ogni altro apparato per la chimica e la mineralogia.

(1) I reattivi il cui nome è segnato con asterisco sono quelli che si richiedono in maggior copia.

(2) Secondo la nomenclatura che prevale ancora in molte scuole, carbonato di soda o sal di soda.

(3) Siccome questo si altera facilmente non conviene adoperarlo se non è preparato di fresco.

(4) È un borato di sodio idrato.

(5) È un fosfato di sodio e d'ammonio idrato.

(6) Ossia nitrato di potassio o nitrato potassico.

II.

Saggi per via secca.

L'analisi per via secca si effettua esponendo il minerale all'azione di una temperatura più o meno elevata, solo o in presenza di svariati reattivi.

Si comincia l'operazione coll'introdurre in un piccolo tubo di vetro chiuso ad una estremità, un pezzetto, non maggiore di un granello di riso, della sostanza da analizzarsi; si toglie quindi, con un cartoccino di carta da filtri, l'umidità e la polvere che per avventura aderissero al tubo, poscia questo si riscalda e si osserva:

1° Se il minerale cambia colore e se il mutamento è permanente o pure scomparisce col raffreddamento;

2° Se decrepita;

3° Se sviluppa vapore d'acqua;

4° Se è volatile durante la fusione o dopo;

5° Se è scomposto e se sviluppa gas colorati o odoranti;

6° Se le carte di tornasole (rossa e azzurra) che s'introducono nel tubo, al principio dell'esperimento, subiscono qualche alterazione (1);

7° Se si liquefà;

8° Se si formano nelle parti meno calde del tubo anelli sublimati.

La medesima operazione si ripete nello stesso tubo aggiungendo un po' di bisolfato potassico.

Se questa prima operazione non è stata sufficiente a determinare il minerale, se ne pone un pezzetto fra le punte di platino della pinzetta e si espone al fuoco del cannello.

Nella fiamma d'una candela o d'una lampada qualsiasi, avvivata dal cannello, si distingue un cono azzurrastro oscuro, interno, una regione di color chiaro e assai luminosa più esterna ed una giallastra e pallida alla periferia. Quest'ultima è dotata di proprietà ossidanti, massime al suo apice, ove regna la più alta temperatura. La regione più chiara e luminosa ha invece, per deficienza d'ossigeno, azione disossidante (2). Per conseguenza, secondochè si vorrà indurre nel saggio una ossidazione o una riduzione, dovrà questo essere diversamente situato.

(1) Perchè la reazione si produca è necessario che tali carte sieno previamente bagnate con acqua pura.

(2) Prima di cominciare un saggio al cannello il mineralista novizio avrà cura di sperimentare le proprietà del dardo, esponendo nelle varie parti dello stesso

Inoltre, ponendo il beccuccio alla parte esterna del dardo, questo si allunga moltissimo, fiammeggia (*flambe* dicono i francesi) e scema la sua potenza calorifica, mentre la sua azione si estende sopra uno spazio maggiore. Se il beccuccio del cannello si introduce, all'incontro, assai addentro nella fiamma il dardo risulta sottilissimo, ma più caldo e dotato di proprietà più energicamente ossidanti.

Si osserverà diligentemente nel pezzetto di minerale sottoposto al saggio se si è fuso o se ha subìto un principio di fusione (1). Si esaminerà, durante l'operazione, se avviene alcun fenomeno particolare e sopratutto se la fiamma del dardo (massime quando questo sia piccolo e poco luminoso) assume alcuna colorazione. Durante l'operazione certi minerali decrepitano, altri cangiano di colore in modo temporario o permanente (2), altri ribollono e si gonfiano, altri abbruciano, lasciando o non lasciando residuo; circostanze di cui conviene tener conto.

Se il minerale, sottoposto al saggio, decrepitando, si spezza in guisa che i frammenti siano proiettati con violenza, è d'uopo esporlo al fuoco del cannello dopo averlo avvolto in una sottil foglia di platino.

Un altro frammento di minerale si introduce poscia in un piccolo incavo praticato sopra un sostegno di carbone (3), e si riscalda al fuoco di riduzione del cannello. Si osserva allora se si sviluppano fumi odorosi, se la fiamma si colora, se si produce sul carbone, intorno al saggio, un'aureola bianca o colorata, se rimane alcun metallo ridotto nel piccolo incavo o se vi resta qualche globulo attirabile dalla sbarra calamitata.

L'esperienza medesima si ripete poscia, aggiungendo al saggio un po' di carbonato sodico, ovvero, se il minerale sia metallico, un miscuglio di carbonato sodico e di cianuro di potassio. I residui che si ottengono debbono essere lavati con acqua pura o distillata, poi polverizzati ed asciugati, per essere quindi sottoposti ad ulteriori reazioni.

Nel caso che il minerale fosse stato un solfato e l'azione del can-

un granello di stagno. Questo si liquefa e si mantiene splendente nella regione riducente; si appanna tosto e si ossida nella ossidante. Avvertiamo che la riduzione dell'ossido di stagno, al cannello, richiede nell'operatore una certa pratica e in ogni caso molta diligenza.

(1) Perciò bisognerà vedere colla lente se i suoi spigoli si sono arrotondati.

(2) L'ossido di zinco bianco, si fa giallo col riscaldamento, e lasciato raffreddare ripiglia la pristina bianchezza. La limonite litoidea o terrosa (idrossido di ferro) che è gialla o bruna, riscaldata, passa al rosso in modo permanente.

(3) L'estremità del carbone che si tien fra le dita si suole avvolgere in una fascia di carta. L'incavo che si pratica nel sostegno non deve essere troppo profondo se si vuole che il pezzetto di minerale subisca l'azione di un'elevata temperatura; bastano due o tre millimetri di profondità. Questo incavo si può eseguire con un *perforatore* d'acciaio, o colla punta di un temperino.

nello e del carbonato sodico l'avesse convertito in solfuro alcalino, posto sopra una lamina d'argento e bagnato con acqua, deve produrre sulla stessa una macchia nera.

I residui di cui sopra, polverizzati e lavati, si sogliono anche torrefare in un tubetto di vetro aperto alle due estremità e piegato ad angolo ottuso, per verificare se contengono ancora materiali volatili e se cangiano di colore. Lo stesso saggio si pratica coll'aggiunta di un po' di sal di fosforo, il quale ha la proprietà di mettere in evidenza i fluoruri, provocando in tal caso lo sviluppo di un gas che attacca ed appanna il vetro.

I residui ridotti in polvere, dopo averne estratto il ferro e taluno dei suoi ossidi colla calamita, si fanno aderire ad un uncino di platino e si fondono al cannello con un po' di nitrato potassico e di carbonato sodico. Se la massa diventa verde colla fusione, è segno che contiene manganese, se ingiallisce dà ricetto al cromo.

La medesima materia, riscaldata sul filo di platino uncinato, previa immersione nell'acido solforico concentrato, colora la fiamma in verde, quando contenga acido borico o acido fosforico; ed esposta al fuoco sul filo di platino con un po' di sal di fosforo saturo di ossido di rame, impartisce alla fiamma colorazioni caratteristiche, quando sia presente il cloro, il bromo e l'iodio.

Se il residuo fosse bianco, si bagni con una soluzione di nitrato di cobalto e si riscaldi fortemente al cannello, sul carbone o sul filo di platino. La presenza dell'allumina sarà in tal caso rivelata dal colore intensamente azzurro, che prenderà il saggio (ben raffreddato), quella della magnesia dà un color di rosa, quella della calce dà un color bigio, quella dello zinco dà una tinta verde (1).

Si fonda al cannello sopra un uncino di platino un frammento di borace o di sal di fosforo, e fatta aderire al sale fuso una piccola quantità della nota polvere residuale si sottoponga di nuovo al fuoco d'ossidazione e a quello di riduzione del cannello. Si otterranno allora dei vetri diversamente colorati nei varii casi, le cui tinte servono a caratterizzare non pochi metalli (vedi il paragrafo VI).

Bisogna osservare in questi saggi non solo il colore che piglia il vetro riscaldato alla fiamma ossidante e alla riducente, ma ancora quello che assume a caldo e a freddo, e fa d'uopo osservare se il vetro si annebbia e se si converte in *smalto* diventando opaco.

Conviene inoltre ripetere più volte l'esperimento con diverse pro-

(1) Prima di assumere la tinta caratteristica che vale a manifestarne la natura, l'assaggio passa per varie colorazioni transitorie. La soluzione di nitrato non deve essere troppo concentrata.

porzioni di materia. In certi casi l'aggiunta di un po' di stagno al borace o al sal di fosforo somministra ulteriori dati per la determinazione degli ossidi metallici, inquantochè opera la riduzione di alcuni ed è impotente a disossidare gli altri. Il nitro, quale agente ossidante, esalta l'intensità di alcune colorazioni, di quella per esempio impartita dal manganese. Questi saggi possono anche effettuarsi con vantaggio direttamente sul minerale crudo, ridotto in polvere.

Finalmente, se dal riscaldamento del minerale sul carbone si è ottenuto un residuo nel quale si sospetta la presenza d'oro o d'argento, vi si unisce del piombo puro, nella proporzione di dieci a quindici volte il suo peso, e si introduce 2 o 3 grammi del miscuglio in un crogiuolino poroso o *coppella*, fatto di polvere d'ossa calcinate o di porcellana porosa (1). Quindi si scalda la sostanza al fuoco d'ossidazione, debolmente dapprima, poi con maggiore intensità. Il piombo fuso scioglie tosto le particelle d'oro o d'argento contenute nel saggio, poscia si ossida e il litargirio che ne risulta vien tosto assorbito dal crogiuolino, in guisa che il metallo prezioso rimane libero, sotto forma di bottoncino lucente. L'operazione è però assai faticosa e richiede molto tempo e talvolta il cambio di parecchie coppelle (2).

III.

Saggi per via umida.

Si dicono saggi per *via umida* quelli nei quali il corpo da analizzarsi vien previamente sciolto in un solvente.

I saggi di tal natura che si sogliono eseguire dai mineralisti sono in piccolo numero e servono soltanto di sussidio o di conferma alle analisi per via secca.

Allorchè si tenta di sciogliere un minerale, se ne mette una piccola quantità, previamente ridotta in polvere (non più di un grammo), in un palloncino o in un tubo da saggi e vi si aggiunge poscia 10 o 12 volte il suo volume di solvente. Se l'operazione non riesce a freddo, si riscalda il tubo o il pallone, per mezzo della lampada ad alcool, fino all'ebullizione del liquido. Ben s'intende che non essendo adeguata allo scopo l'acqua pura (o distillata), si deve ricorrere agli acidi, provando prima

(1) Sono assai acconce a quest'uso le cosidette capsule di Lebaillif.

(2) Sono da raccomandarsi, quali ottime guide per le analisi al cannello, il *Traité pratique des essais au chalumeau* di Terreil - Paris, F. Savy, 1875 (1 volume in-8°, prezzo 10 franchi) e il *Manual d'analyse qualitative et quantitative au chalumeau* di Cornwall tradotto da J. Thoulet - Paris, Dunod, 1874.

l'acido cloridirico diluito, poi lo stesso concentrato, l'acido nitrico e l'acqua regia. Passiamo sotto silenzio i casi assai rari in cui questi solventi non bastano. Se il minerale rimase sciolto tutto o in parte, evaporando una piccola quantità del liquido sopra una lamina di platino si otterrà un residuo solido.

Conseguita la soluzione, si filtrerà nel caso che fosse torbida, e ad ogni modo si separerà dal minerale rimasto indisciolto, poi si cimenterà con varii reattivi, e, trattandosi di soluzione acquea, si comincerà dalla tintura di tornasole o meglio della carta di tornasole azzurra o rossa, per vedere se presenta reazione acida, basica o neutra. Si procederà poscia ad ulteriori saggi per mezzo di speciali reattivi, secondo le indicazioni fornite da un buon manuale di chimica analitica (1). E, nel caso che la soluzione contenesse un sale, si procederà prima alla ricerca del radicale basico, poi a quella dell'acido.

Gli studiosi di mineralogia o i raccoglitori di minerali che desiderano eseguire saggi chimici in viaggio e ridurre al minimo il proprio bagaglio di reattivi liquidi, possono far uso con molto vantaggio di un certo numero di *carte reattive*, preparate immergendo piccoli foglietti di carta bianca da filtri (esente di sali metallici) in soluzioni sature di svariate sostanze. Così è facile di conservare, in forma di piccolo volume, un intero reagentario.

Alcune di tali carte si adoperano precisamente come quelle notissime di tornasole e di curcuma. Altre invece servono a preparare, nel momento in cui si eseguisce il saggio, soluzioni diluite che si mettono in opera nel modo consueto. Ben s'intende che non è possibile di conservare sotto tal forma gli acidi energici, gli alcali, i sali instabili o deliquescenti.

Analoghe cartoline impregnate di svariati composti salini sono preziosissime come termini di confronto nei saggi spettroscopici, come pure quando si sperimentano le colorazioni impartite alla fiamma da certi minerali o quelle che per effetto degli ossidi metallici assumono al fuoco del cannello i fondenti vetrosi.

(1) Sono da raccomandarsi per l'analisi qualitativa il *Traité d'Analyse chimimique qualitative* di Fresenius (trad. de l'allemand par Forthomme - Paris, 1866) e l'*Atlas de chimie analytique minerale* di Terreil - Paris, Dunod, 1861.

PARTE SESTA.

REAZIONI UTILI PEL PRONTO RICONOSCIMENTO DI ALCUNI CORPI SEMPLICI E COMPOSTI CHE PIÙ SPESSO S'INCONTRANO NEI MINERALI.

Potassio. I minerali contenenti potassio, se esenti di sodio e litio e non sono fosfati, borati e cloruri, introdotti nella regione azzurra della fiamma colorano la parte esterna della medesima in violetto. Il sodio, colorando la fiamma in giallo, e il litio, colorandola in rosso, occultano la tinta caratteristica del potassio, ma questa riapparisce se la fiamma sia osservata attraverso ad un vetro azzurro (tinto coll'ossido di cobalto) o ad un foglio di gelatina dello stesso colore.

Il cloruro di platino precipita in giallo il potassio dalle soluzioni dei sali potassici.

Sodio. — I sali di sodio, introdotti nella parte interna della fiamma, la colorano in giallo rossastro. La tinta impartita alla fiamma è mista di violaceo, quando il minerale contenga una certa quantità di potassio ed è più prossima al rosso, quando sia ricco di litio.

Litio. — Questo metallo ha comune collo stronzio e col calcio la proprietà di colorare la fiamma in rosso; nel caso che si verifichi una tale colorazione nella fiamma, converrà quindi eseguire ulteriori saggi per mettere in evidenza il litio.

Un miscuglio di due parti di gesso cotto e una parte di fluorina unita al minerale che si saggia è molto efficace per far comparire la tinta rossa.

La litina è precipitata dal fosfato sodico.

Ammoniaca. — Si scuopre facilmente riscaldando il minerale che la contiene, insieme ad un po' di carbonato sodico, in un tubo da saggi. L'ammoniaca si manifesta in tal caso con vapori di odore penetrante che ripristinano all'azzurro la carta di tornasole arrossata da un acido.

L'ammoniaca è precipitata in giallo dal cloruro di platino.

Bario. — Allo stato di solfato e di carbonato questo metallo si riconosce agevolmente perchè colora la fiamma avvivata dal cannello in verde giallastro.

Quando il solfato baritico contenga anche calcio e sia riscaldato sul carbone con carbonato sodico, il nuovo sale di bario che si forma penetra nel tessuto del carbone e si separa dalla calce che rimane alla

superficie di questo, manifestandosi col vivo bagliore che emana al fuoco d'ossidazione.

I sali solubili di bario sono precipitati in bianco dall'acido solforico.

Stronzio. — Per riconoscere la presenza di questo metallo si calcina il minerale, si tratta con acido cloridrico diluito, poi si fa evaporare la soluzione fino a siccità; se lo stronzio è presente, il residuo bagnato con alcool e posto sul filo di platino, deve colorare in rosso la fiamma del cannello.

Nei casi, assai rari, in cui si suppone che lo stronzio formi parte di un silicato, questo si scioglie nell'acido cloridrico, e si precipita la base aggiungendo alla soluzione acido solforico. Il precipitato si determina coll'esperimento sopradescritto.

Calcio. — I minerali che contengono questo corpo tra i loro elementi impartiscono generalmente alla fiamma una tinta rossa traente al giallastro, meno intensa di quella prodotta dallo stronzio. La presenza di piccole quantità di piombo nel minerale occulta però tale colorazione.

I silicati calciferi per lo più si tumefanno e ribollono quando sono fusi al cannello. Quasi tutti si sciolgono facilmente nel vetro di borace senza intorbidarlo, mentre col sal di fosforo formano uno smalto opalino con separazione di silice.

L'acido ossalico e l'acido solforico precipitano la calce dalle soluzioni dei sali di calcio.

Magnesio. — La magnesia arroventata al cannello, bagnata con soluzione di nitrato di cobalto, poi di nuovo riscaldata energicamente, si colora in roseo. Il medesimo carattere apparisce pure, più o meno manifestamente, in quasi tutti i minerali di cui il magnesio forma parte essenziale; vien però occultato dalla presenza di vari ossidi metallici e segnatamente da quelli di ferro e di alluminio.

La magnesia è precipitata dalle soluzioni di sali magnesiaci dal solfato sodico ammoniacale; e sul precipitato si può eseguire utilmente la prova summentovata per mezzo del nitrato di cobalto.

Alluminio. — L'allumina pura e vari composti alluminosi, specialmente i silicati infusibili non magnesiaci, arroventati al cannello e poi bagnati con soluzione di nitrato di cobalto, si colorano in azzurro. L'esistenza nel minerale di certi ossidi metallici può occultare il saggio sopradescritto, e per alcune specie non si ottiene la tinta propria dell'allumina, col nitrato di cobalto, se prima il minerale non fu ridotto sul carbone.

L'allumina si precipita dalle soluzioni alluminose, in forma di polvere bianca, per effetto della potassa e dell'ammoniaca.

Glucio. — La glucina e i suoi composti si sciolgono più o meno facilmente nel borace fuso; il vetro che ne risulta diventa bianco e opaco, se esposto al dardo del cannello quando fiammeggia.

Zirconia. — La zirconia si comporta col borace come la glucina. Resa incandescente, bagnata con nitrato di cobalto, poi nuovamente riscaldata, si colora in violaceo sudicio.

Manganèse. — Si riconosce facilmente la presenza di questo metallo in ogni minerale, fondendolo con borace o con sal di fosforo al fuoco di ossidazione. I vetri che si ottengono in entrambi i casi sono colorati in violetto, ma più intensamente col borace che col sal di fosforo. La colorazione svanisce al fuoco di riduzione.

Essendo scarso il manganese, si rende più intensa e visibile la tinta violacea della perla di borace, mettendola in contatto, mentre è rovente, con un cristallo di nitro e sottoponendola nuovamente all'azione del cannello.

Si scopre il manganese, quando sia anche in minima quantità, riducendo il minerale in polvere e fondendolo con due o tre volte il suo volume di carbonato sodico al fuoco di riduzione. Il miscuglio si riduce tosto in una massa translucida verde-azzurrastra. Coll'aggiunta di un po' di nitro la reazione è più intensa.

Nichel. — Il protossido di nichel, esposto al fuoco di riduzione del cannello, sul carbone, si riduce in forma di polvere infusibile, assai magnetica, la quale confricata con un corpo duro assume lucentezza metallica.

Al fuoco d'ossidazione il nichel, colora il vetro di borace in violetto a caldo e in bruno-rossastro a freddo. Le tinte diventano più intense quando si adoperi maggior copia di materia. Al fuoco di riduzione si forma nel vetro come una nebbia bigia, dovuta al metallo ridotto assai diviso; poi, continuando il riscaldamento, il nichel si riunisce in un punto solo, rimanendo il vetro incoloro e limpido.

Il sal di fosforo è tinto dallo stesso metallo in rossastro a caldo, che si fa rossastro più chiaro o giallo a freddo, al fuoco d'ossidazione. Al fuoco di riduzione il vetro non subisce mutamento sensibile.

Cobalto. — Il cobalto si riconosce agevolmente, perchè, quando sia ossidato, comunica un bel colore azzurro al vetro di borace e al sal di fosforo. Una piccola quantità di ferro, mista al cobalto, si manifesta nel saggio medesimo con una colorazione verde bottiglia impartita al borace, mentre è caldo.

Ferro. — I minerali ferruginosi hanno la proprietà di colorare il borace, alla fiamma ossidante, in rossastro a caldo e in giallastro a freddo, al fuoco di riduzione, in verde bottiglia, a caldo, e in verde vetriolo a freddo.

Essendo scarsa la proporzione della materia, al fuoco d'ossidazione, il vetro si mostra giallastro a caldo ed incoloro a freddo.

Le colorazioni conseguite col ferro, nel vetro di sal di fosforo, sono analoghe alle summentovate, alla fiamma d'ossidazione; al fuoco riducente, all'incontro, il vetro passa dal rosso al giallo, poi al verdastro e finalmente diventa rossastro col raffreddamento.

La massima parte dei minerali ricchi di ferro, essendo torrefatti o fusi sul carbone, somministrano dei globuli attirabili dalla calamita.

Zinco. — Quasi tutti i minerali ricchi di zinco si riconoscono facilmente al cannello, perchè, esposti sul carbone all'azione del dardo ossidante, svolgono un ossido, il quale forma intorno al saggio un'aureola gialla a caldo e bianca a freddo. Quest'ossido, bagnato con soluzione di nitrato di cobalto e scaldato alla fiamma ossidante, prende, quando sia raffreddato, un bel color verde cupo. Nei minerali contenenti antimonio o stagno la reazione ora indicata non è però caratteristica. Così pure, la presenza nel minerale di una ragguardevole proporzione di piombo, d'antimonio o di bismuto rende assai ardua la ricognizione dell'aureola propria allo zinco, occultandone i caratteri.

L'ossido di zinco, al fuoco d'ossidazione, impartisce al vetro di borace una tinta gialla a caldo, che scomparisce a freddo.

Cadmio. — Al fuoco di riduzione, sul carbone, il cadmio si separa facilmente dai suoi composti, essendo assai volatile; ma, appena giunto in contatto dell'aria, si ossida e si deposita sotto forma di aureola bruna.

Rame. — I solfuri di rame trattati (previa torrefazione) con carbonato sodico, sul carbone, alla fiamma riducente, somministrano il metallo ridotto.

I minerali cupriferi, esposti alla fiamma del cannello, comunicano in generale alla stessa una tinta verde, che diventa azzurra alla periferia, in presenza del cloro (1). Facendo una pasta del minerale ben polverizzato e di acido cloridrico, appariscono assai evidenti al cannello i suddetti caratteri della fiamma. Se il rame è unito al piombo, impartisce alla fiamma una tinta azzurra verdeggiante all'estremità.

Il vetro di borace si colora al fuoco d'ossidazione, in presenza del rame, in verde a caldo, in azzurro a freddo; al fuoco di riduzione, il vetro è incoloro a caldo e diventa rosso ed opaco raffreddandosi.

Mercurio. — I composti mercuriferi, riscaldati in un palloncino di vetro con tre volte il volume loro di carbonato sodico, determinano la formazione di un anello lucente di metallo, nel collo del recipiente. Ove il mercurio fosse in piccola quantità, si manifesterebbe imbiancando

(1) La colorazione azzurra della fiamma volge al paonazzo.

un frammento di foglia d'oro collocato nel collo dello stesso palloncino, durante il riscaldamento.

Riscaldato in un semplice tubo di vetro, chiuso ad un'estremità, senza il soccorso di alcun reattivo, il solfuro di mercurio (cinabro) dà un sublimato nero che diventa rosso collo stropicciamento.

Piombo. — I minerali piombiferi esposti sul carbone alla fiamma ossidante formano un intonaco giallo, scuro o bruno, a caldo, che diventa giallo-paglia a freddo. L'aureola è, in questo caso, più prossima al saggio di quando sia formata da altri ossidi. In presenza dell'antimonio, l'aureola del piombo è più scura e somiglia a quella del bismuto.

Quando si tratta sul carbone un solfuro di piombo, si forma intorno all'intonaco suddetto anche un'aureola bianca di solfato di piombo che facilmente si può scambiare con quella caratteristica dell'antimonio. Se un tal carattere si verifica, si aggiunga al saggio un po' di carbonato sodico e si scaldi alla fiamma riducente, per vedere se l'intonaco bianco persiste. In caso affermativo esso proviene veramente dall'antimonio.

Stagno. — Il biossido di stagno o cassiterite si riduce al cannello sul carbone, quando sia scaldato con carbonato sodico o meglio con cianuro di potassio (1). I globetti di stagno difficilmente si conservano splendenti, anche al fuoco di riduzione, e rapidamente si coprono di una crosta d'ossido che, peraltro, può eliminarsi coll'aggiunta d'un po' di borace. Trattando un minerale di stagno sul carbone, si produce una lieve aureola d'ossido che si trova in immediato contatto col minerale ed apparisce di color giallastro pallido a caldo, e bianca a freddo. Nei solfuri la presenza dello stagno si manifesta nel modo indicato, previa energica torrefazione.

Argento. — I composti dell'argento coll'antimonio, il piombo e il bismuto, trattati sul carbone, producono un' aureola colorata, la cui tinta varia dal rossastro al rosso cremisi e in quest'ultimo caso è caratteristica.

I minerali ricchi d'argento, esposti al fuoco del cannello, sul carbone, con carbonato sodico, si riducono.

Nei minerali poveri può riconoscersi la presenza d'una piccola proporzione d'argento, aggiungendo al saggio ben polverizzato un po'di piombo puro, il quale, dopo essere stato fuso sul carbone, si coppella. Trattandosi di un minerale di piombo argentifero, questo si riduce con carbonato sodico, e si coppella senz'altro la lega.

L'argento è solubile nell'acido nitrico. La soluzione dà coll'acido cloridrico un precipitato fioccoso bianco, solubile nell'ammoniaca.

(1) Il metallo si riduce talvolta in globetti tanto minuti che occorre la lente per vederli distintamente.

Platino. — Questo metallo è infusibile e inalterabile al cannello nelle condizioni ordinarie. Si scioglie nell'acqua regia e la soluzione evaporata a siccità precipita in giallo colla potassa.

Oro. — L'oro è insolubile in tutti gli acidi, tranne l'acqua regia.

Quando il metallo contenuto in un minerale sia in piccola quantità e in particelle non visibili all'occhio nudo, si mette in evidenza colla amalgamazione; ridotto cioè il minerale in polvere finissima e lavato con molta cautela, per asportare le parti terrose e leggiere, si agita in un mortaio non metallico con acqua e un po' di mercurio. L'amalgama ottenuto si separa col lavaggio e poi si distilla per mettere in evidenza il prezioso metallo.

Mediante il cannello si può estrarre l'oro dai minerali auriferi sufficientemente ricchi, trattandoli sul carbone con piombo puro (previa riduzione in polvere) e coppellando poi la lega che ne risulta.

Titanio. — Il vetro di borace fuso scioglie l'acido titanico ben polverizzato e, al fuoco d'ossidazione, si fa giallo a caldo, per poi scolorarsi col raffreddamento. Se il minerale fosse abbondante, il borace perderebbe la sua limpidezza e s'inalberebbe. Al fuoco di riduzione, la tinta conseguita varia dal giallo scuro al bruno e, con molta materia, sotto l'influenza del dardo fiammeggiante, il borace si cangia in smalto azzurro. Il sal di fosforo si comporta coll'acido titanico, al fuoco d'ossidazione, come il borace; alla fiamma riducente, invece, da principio ingiallisce poi passa al rosso e in fine al violaceo. Se, insieme al titanio, il minerale contiene ferro, la colorazione impartita al sal di fosforo colla riduzione è brunastra.

Bismuto. — I minerali bismutiferi scaldati sul carbone, alla fiamma riducente, producono una aureola di color giallo-ranciato scuro, a caldo, e giallo limone a freddo, aureola che si sposta sotto l'azione del dardo riducente. Le aureole del tellurio e dell'arsenico si dispongono alla periferia di quella del bismuto. Quando il bismuto è allo stato di solfuro, l'aureola gialla offre un margine bianco di solfato di bismuto, il quale però scomparisce, se al saggio si aggiunga carbonato sodico e si continui a scaldare.

Uranio. — Il sale di fosforo è colorato dal sesquiossido d'uranio in giallo a caldo e in verde-giallastro a freddo, al fuoco d'ossidazione, in verde puro al fuoco di riduzione. Eseguendo l'esperienza sul carbone ed aggiungendo stagno, il color verde del sal di fosforo si fa più scuro.

Antimonio. I minerali antimoniferi riscaldati sul carbone danno origine ad un'aureola bianca, assai volatile, la quale si sposta quando sia colpita dal dardo.

I solfuri d'antimonio trattati nel tubo aperto, si liquefanno e si volatilizzano, parte sotto forma d'ossido d'antimonio e d'anidride anti-

moniosa bianchi, parte allo stato di solfuro d'antimonio nero; riscaldando il saggio fortemente, si ottiene talvolta nel tubo una sublimazione rossa di ossisolfuro.

Tungsteno. — Per essere facilmente riconosciuto, un minerale di tungsteno deve convertirsi in solfuro, mercè la fusione col bisolfato potassico. Calcinato poscia il residuo alla fiamma d'ossidazione, si assaggia coi fondenti vetrosi; il sal di fosforo, alla fiamma ossidante, apparisce giallastro a caldo, incoloro a freddo, alla fiamma riducente diventa in pochi momenti azzurro e, continuando il riscaldamento, passa al verde-azzurrastro.

Molibdeno. — I minerali di molibdeno, introdotti nel cono azzurro della fiamma avvivata dal cannello, determinano una colorazione verde nella regione periferica della stessa.

Scaldando la molibdenite (solfuro di molibdeno) sul carbone, alla fiamma ossidante, il minerale sviluppa vapori solforosi e diminuisce di volume, ma non si liquefà. Tenendo il saggio all'estremità del dardo, il carbone si cuopre di acido molibdico cristallino, giallastro, che imbianca poi col raffreddamento.

Vanadio. — Questo rarissimo metallo colora i fondenti vetrosi in giallo, al fuoco d'ossidazione, e in verde smeraldo, a freddo, alla fiamma riducente.

Cromo. — In presenza dell'ossido di cromo, il borace si colora in giallastro a caldo, in verde giallastro a freddo, al fuoco d'ossidazione. Vuolsi però avvertire che, essendo copiosa la materia destinata all'assaggio, la tinta osservata a caldo si fa rossastra e quella che apparisce a freddo diventa intensamente gialla. Al fuoco di riduzione, la colorazione è d'un bel verde più spiccato a freddo che a caldo. Col sal di fosforo si consegue in ogni caso un vetro di color verde, a freddo.

Arsenico e Arseniuri. I minerali contenenti arsenico, scaldati al cannello, sul carbone, sviluppano vapori di odore agliaceo caratteristico, mentre si forma intorno al saggio un'aureola bianca d'anidride arseniosa. Nel tubo chiuso l'arsenico e gli arseniuri metallici danno origine ad un sublimato nero cristallino, dotato di splendore metallico, e talora anche ad un po' d'anidride arseniosa bianca.

Trattandosi di arseniuri di nichel o di cobalto, per riconoscere la presenza dell'arsenico, è utile di arroventare una particella del minerale sul carbone, al fuoco d'ossidazione; si sviluppano in tal caso i noti vapori odoranti.

Tellurio e *Telloruri.* — Il tellurio nativo, nel tubo aperto, si liquefà e brucia con fiamma verde azzurrastra, svolgendo fumi che si condensano in un sublimato bianco sudicio, nell'interno del tubo. Il sublimato è fusibile in goccioline limpide e incolore.

Quando si tratta sul carbone un minerale tellurifero, si forma, alla fiamma ossidante, un'aureola bianca, marginata di giallo-rossastro, la quale scomparisce sotto l'azione della fiamma riducente.

Nitrati. — I nitrati di radicali alcalini, esposti al fuoco del cannello sul carbone, deflagrano.

Riscaldando un minerale che contiene un nitrato, in un tubo chiuso ad un'estremità, insieme a bisolfato potassico (in quantità un po' maggiore del minerale) si ottiene uno sviluppo di vapori rossastri.

Carbonio e *Carbonati.* — Il diamante, ridotto in polvere, annerisce e brucia difficilmente al fuoco d'ossidazione. La grafite, nelle stesse condizioni, brucia imperfettamente.

Trattati coll'acido nitrico diluito, i carbonati si sciolgono con effervescenza più o meno viva a freddo o a caldo. Quando non vi siano solfuri, si può impiegare anche l'acido cloridrico. In ogni caso non conviene far uso di acidi concentrati.

Acido borico e *Borati.* — L'acido borico comunica all'alcool la proprietà di bruciare con fiamma verde.

Tutti i borati si gonfiano più o meno col riscaldamento, poi si fondono in un vetro quasi sempre limpido. Essi colorano la fiamma in verde o verdastro. Perchè tal carattere apparisca, occorre, per alcuni di essi, che sieno fusi, poi ridotti in polvere, bagnati con acido solforico ed esposti al dardo del cannello. La colorazione è assai fugace.

Silice e *Silicati.* — Il quarzo (acido silicico anidro) non dà acqua nel tubo d'assaggi ed è infusibile al cannello.

L'opale (acido silicico idrato) e le sue varietà perdono il loro splendore al fuoco del cannello, decrepitano e non si fondono. Nel tubo d'assaggi danno acqua.

I silicati introdotti, in piccole schegge, nel vetro di sal di fosforo fuso e scaldati, generalmente si scompongono in guisa che il radicale loro viene sciolto ed uno scheletro siliceo rimane natante nel vetro.

Solfuri e *Solfati.* — Torrefacendo un solfuro nel tubo aperto, sviluppa vapori solforosi riconoscibili pel loro odore caratteristico. Questi vapori arrossano la carta di tornasole (azzurra) umida, introdotta nel tubo.

Una soluzione diluita di molibdato d'ammonio si colora in azzurro per effetto di lievi quantità di solfuri o d'idrogeno solforato sciolto nell'acqua.

I solfati fusi con sal di soda al fuoco di riduzione, sul carbone, si convertono in un solfuro, il quale collocato sopra una lamina d'argento e bagnato d'acqua, macchia in nero la stessa lamina. Il residuo suddetto, trattato con acido cloridrico, sviluppa idrogeno solforato che annerisce la carta d'acetato di piombo umida.

I solfati solubili precipitano in bianco col cloruro di bario.

Selenio e *Seleniuri*. — Scaldato un frammento di minerale alla fiamma ossidante e recato subito dopo sotto le narici, se contiene selenio, emana odore caratteristico simile a quello del cavolo putrefatto.

Acido fosforico e *Fosfati*. — I minerali ricchi d'acido fosforico, ridotti in polvere e bagnati con acido solforico, colorano la fiamma del cannello in verdastro volgente all'azzurro. Tal carattere non è però ben visibile, quando il minerale contenga altre sostanze suscettibili di colorare la fiamma.

Disciolto un fosfato (a caldo) nell'acido nitrico e trattato con una soluzione di molibdato d'ammonio, precipita in giallo canario.

Cloruri, Bromuri, Joduri. — È noto che l'ossido di rame colora la fiamma del cannello in vivissimo verde; se a questo reattivo si unisce in piccola dose un cloruro, la fiamma si fa verde al centro e azzurra alla periferia.

I bromuri si comportano analogamente; ma la colorazione della fiamma è d'un azzurro che trae al verde.

Gli ioduri trattati nel modo sopradescritto colorano la fiamma in verde intenso. Fusi nel tubo d'assaggi con bisolfato potassico, tali composti emettono vapori violetti d'iodio.

Fluoruri. — Scaldati certi fluoruri in un tubo d'assaggi, emettono vapori che colorano in giallo la carta reattiva di curcuma. previamente inumidita. Trattati con acido solforico, i fluoruri sviluppano vapori che attaccano il vetro e lo appannano. L'esperienza si può eseguire in un tubo d'assaggi o in un vetro d'orologio, coperto da altro vetro simile.

PARTE SETTIMA.

GIACIMENTI DEI MINERALI METALLIFERI

I minerali metalliferi si trovano in natura in più maniere di giacimenti, cioè: in banchi, in strati, in ammassi, in concentrazioni, in rivestimenti più o meno parziali. Ma la condizione nella quale si presentano più comunemente si è quella di *filoni*. Questi altro non sono che soluzioni di continuità più o meno estese o spaccature nelle rocce (seguite o no da spostamenti o rigetti), occupate in parte o completamente da varie specie di minerali, segnatamente solfuri e ossidi metallici, d'ordinario originati o per lo meno depositati per opera di emanazioni gassose o di sorgenti minerali.

Quando i filoni si suppongono formati per iniezioni di materiali originariamente liquidi o pastosi, in una fenditura preesistente, si sogliono denominare *dighe* o *dicchi*. *Vena* è per taluni sinonimo di filoncello; per altri significa un piccolo filone che contiene una sola specie di minerale.

La posizione di un filone si definisce determinandone la *direzione*, *l'immersione e l'inclinazione*, il che si consegue cogli artifizi che furono descritti nella parte di queste istruzioni destinata alla geologia. Son del pari da considerarsi in tali giaciture la *potenza* o spessezza e la *ricchezza*, quest'ultima dipendente dalla proporzione e dal tenore del minerale che vi si contiene.

Già abbiamo avvertito che il piano sul quale un filone si appoggia porta il nome di *muro* e quello che lo limita superiormente si dice *tetto*. È chiaro che in un filone verticale il muro e il tetto sono sostituiti da una parete destra e sinistra.

Le matrici pietrose, che circondano ed accludono i minerali metallici, diconsi *ganghe* e risultano per lo più di quarzo, calcite, baritina, fluorina, o celestina. Per *salbande* s'intendono i materiali detritici, spesso argillosi o steatitosi, che separano il filone dalle rocce incassanti.

I filoni che danno ricetto a diverse specie di materiali litoidei e metalliferi, disposti in un ordine determinato fra il tetto ed il muro, diconsi *regolari* o *listati*, e facilmente si distinguono dai filoni *iniettati*, in cui v'ha soltanto una matrice commista al minerale metallico e dai *filoni impastati*, che offrono il minerale in arnioni o in frammenti disseminati in una pasta omogenea, che suol essere steatitosa o serpentinosa. Quelli che, interponendosi fra gli strati, ne secondano l'andamento diconsi *filoni-strati*.

Nei cosidetti *giacimenti di contatto* il materiale metallifero si trova raccolto lungo il piano di giunzione di due diverse specie di rocce o di due distinte formazioni. Certe zone di gneiss o di scisti, ove si trovano in rapporto coi porfidi, certe rocce argillose e calcaree, in prossimità delle dioriti, delle serpentine e delle eufotidi, sogliono presentare veri piani di concentrazione dei minerali metalliferi. In Italia, a cagion d'esempio, la massima parte delle vene ramifere e manganesifere che affiorano lungo gli Appennini si trovano collocate precisamente al contatto della serpentina col gabbro e con altre roccie metamorfiche.

Gli *ammassi* e le *compenetrazioni* di minerali metalliferi sono talvolta indipendenti, ma più spesso si connettono con veri filoni o con giacimenti di contatto.

I minatori tedeschi sogliono dare il nome di *Eisenhut*, cappello di ferro, alla parte superficiale o *affioramento* d'un filone, perchè d'ordinario

costituita di elementi ferruginosi. La struttura scoriacea, il color rosso, l'estensione del cappello si reputano altrettanti indizi d'un filone esteso e ricco. *A good silver vein always wears an iron cap*, dicono i cercatori di miniere in Cornovaglia, cioè: una buona vena d'argento porta sempre un cappello di ferro, perchè la regola anzidetta si verifica più costantemente pei minerali argentiferi.

Nel Messico, nel Perù, le terre rosse o nerastre, ferruginose, dette *colorados*, *negros*, *pacos*, provengono dal disfacimento dei cappelli dei filoni e sono spesso molto ricche d'argento. Nella California gli affioramenti ferruginosi rivelano la prossimità di filoni auriferi.

Il nuovo continente, e sopratutto il Messico, offre filoni argentiferi ed auriferi, i quali, essendo a matrice di quarzo (pietra assai meno alterabile delle rocce incassanti), rimangono talvolta emergenti alla superficie del suolo a guisa di alte muraglie, per effetto della corrosione e della denudazione del terreno circostante.

Anche i filoni di rame, di piombo, di zinco e d'antimonio si manifestano ordinariamente all'esterno con ammassi ferruginosi; senonchè l'ocra e la limonite del cappello sogliono essere unite a solfati e carbonati, che traggono l'origine loro dall'alterazione di solfuri metallici preesistenti, sotto l'influenza degli agenti esterni.

In ordine ai filoni crediamo che i punti seguenti sieno meritevoli di speciale osservazione:

1. Età e natura delle formazioni che attraversano;

2. Loro direzione, inclinazione e potenza;

3. Forma, natura e composizione degli affioramenti;

4. Composizione, struttura e distribuzione delle ganghe e dei minerali metalliferi e delle salbande (se pure sono presenti);

5. Ricchezza dei filoni stessi presso la superficie e in profondità. Connessioni tra la loro ricchezza e la natura delle rocce incassanti e delle ganghe;

6. Filoni incrociatori; dimensioni e caratteri dei medesimi; loro cronologia;

7. Rigetti; loro estensione e andamento;

8. Minerali cristallizzati esistenti nei filoni; loro distribuzione; posizione dei cristalli rispetto all'asse del filone.

PARTE OTTAVA.

CENNI INTORNO ALLE SPECIE MINERALI PIU' COMUNI.

I.

Minerali d'oro e di platino.

L'oro e il platino si trovano precipuamente in natura allo stato nativo.

Il primo si distingue pel suo colore caratteristico, per la sua lucentezza, per la sua malleabilità e duttilità e perchè è insolubile negli acidi, eccettuata l'acqua regia. P. sp. = 15... 19,25 — Dur. = 2,5... 3.

Il *platino* è di color bianco traente al grigio di ferro, con lucentezza metallica poco viva; è malleabile e duttile. P. sp. = 17,75.... 21,8 — Dur. = 4..... 4,5. È infusibile al cannello ordinario, inattaccabile dagli acidi, ma solubile nell'acqua regia. Si trovano entrambi in granuli e in pagliuzze in certi terreni alluviali, generalmente con ferro titanato, rutilo, gemme ed altre svariate specie minerali. Le rocce serpentinose sono in alcuni paesi il giacimento originario del platino. L'oro è non di rado associato alla pirite e ad altri solfuri metallici e forma parte di filoni e vene, per lo più a ganga quarzosa.

II.

Minerali di stagno.

L'unico tra questi che sia importante per le sue applicazioni è la cassiterite (biossido).

Cassiterite, Sist. II. — Forme più frequenti; prisma a base quadrata, terminato da uno o più quadratottaedri. Frequenti compenetrazioni di due cristalli, dalle quali risulta un angolo rientrante (*becco dello stagno*). Talvolta concrezionato e a struttura zonata o fibrosa (stagno di legno). — P. sp. = 6. 8.... 7, 1 — Dur. = 6.... 7. — Colore bruno, giallastro, bigiastro o nero; opaca o translucida. Lucentezza adamantina o vitrea, resinosa nella frattura. — Frattura ineguale o concoide. — Al cannello, da sola, è infusibile; mista con cianuro di potassio, si riduce.

In filoni regolari, in terreni antichissimi. Disseminata in certe rocce granitiche. In terreni alluviali e fluitata tra le alluvioni di alcuni corsi d'acqua.

III.

Minerali di mercurio.

Il cinabro (solfuro) è di gran lunga il più ragguardevole.

Cinabro, Sist. III. — Forme più frequenti: romboedro primitivo associato alle basi e ad altri romboedri; prisma esagono combinato a facce di esagonododecaedri e romboedri. — P. sp. = 8.... 8,2 — Durezza = 2,5. — Colore rosso vermiglio; polvere rossa; translucido. Lucentezza adamantina o resinosa. — Nel tubo d'assaggi dà un sublimato nero che diventa rosso collo stropicciamento; riscaldato col carbonato sodico, si scompone svolgendo mercurio che si condensa nella parte fredda del tubo.

In filoni, in vene, in compenetrazioni, commisto alcune volte a materiali bituminosi. Per lo più in terreni antichi. Il cinabro è talora associato al mercurio nativo, il quale non si può confondere con altri, essendo l'unico metallo nativo liquido alla temperatura ordinaria.

IV.

Minerali d'argento.

I più comuni minerali argentiferi sono l'argirose (solfuro d'argento), la pirargirite (solfo-antimoniuro d'argento) e l'argento nativo. Oltre a ciò, questo metallo si trova pure, quasi costantemente, nella galena (vedi minerali di piombo), nella tetraedrite e nella calcosina.

Argirose, Sist. I. — Sfaldatura nulla. — Forme più frequenti: cubo, ottaedro. Abitualmente non è cristallizzata. — P. sp. = 7 — Durezza = 2. — Colore bigio, quasi nero. Lucentezza metallica. — Flessibile, malleabile. — Al cannello si fonde facilmente, rigonfiandosi, svolge anidride solforosa e si riduce. — Solubile nell'acido nitrico (vedi i caratteri generali dei minerali argentiferi).

Si trova in filoni, associato quasi sempre a solfuri di piombo, di rame, di ferro e d'antimonio.

Pirargirite o argento rosso, Sist. III. — Forme più frequenti: romboedri (il primitivo misura negli spig. culm. 108°, 30'), scalenoedri,

associazioni di un romboedro col prisma esagono e con scalenoedri acuti ed ottusi. — P. sp. = 5,7.... 5,9 — Durezza = 2.... 2,5. — Colore nero o rossastro; polvere di color rosso cocciniglia. Translucida od opaca. Lucentezza metalloidea o adamantina. — Fragile. — Al cannello si fonde e si riduce facilmente. — Solubile nell'acido nitrico, lasciando un residuo di zolfo ed anidride antimoniosa.

Nella *proustite*, che molto si accosta alla specie sopradescritta, l'antimonio è sostituito da arsenico. Questo minerale ha la polvere di color rossastro chiaro.

V.

Minerali di piombo.

La galena (solfuro) è di gran lunga il più importante. Si possono poi citare la boulangerite (combinazione di piombo, di zolfo e d'antimonio), la bournonite (composto di piombo, rame, zolfo e antimonio) e la cerussa (carbonato).

Galena, Sist. I. — Sfaldatura cubica. Forme più frequenti: cubo, cubo-ottaedro, ottaedro, ottaedro col rombododecaedro e con un icositetraedro. — Talvolta granulare, fibrosa, concrezionare. — P. sp. = 7,5 — Durezza = 2,5. — Colore bigio di piombo. Polvere nera. Lucentezza metallica, assai viva sulle fratture fresche. — Fragile. — Al cannello, sul carbone, si fonde e si scompone, rimanendo un globetto di piombo metallico; intorno a questo si forma un'aureola bruna a caldo, gialla a freddo. — Solubile nell'acido nitrico. Contiene quasi sempre una piccola quantità d'argento (generalmente da 1 millesimo a 2 millesimi).

Si trova abitualmente in filoni regolari, associata con altri solfuri metallici e con calcite, fluorina, quarzo e baritina. Tali filoni sono numerosissimi e s'incontrano quasi in ogni paese.

Boulangerite, Sist. IV. — Forme più frequenti: cristalli prismatici imperfetti. — P. sp. = 5,96 — Durezza = 2,8. — Colore bigio di piombo. Lucentezza metallica, debole. — Fragile. — Facilmente fusibile al cannello. Somministra, esposta sul carbone, al fuoco riducente, piombo metallico. — È solubile nell'acido cloridrico.

In piccole quantità in certi filoni metalliferi.

Bournonite (antimonio solforato plumbocuprifero o endellionite). È una specie più comune della precedente, dalla quale differisce perchè parte del piombo vi è sostituita dal rame. — I suoi cristalli sono prismi a base romba e rombottaedri. — Per gli altri caratteri si distingue dif-

ficilmente dalla boulangerite. — È solubile a caldo nell'acido nitrico, colorandolo in azzurro.

Nell'*aciculite* l'equivalente di antimonio della bournonite è sostituito da un equivalente di bismuto.

Cerussa, Sist. IV. — Forme dominanti: prismi a base romba che simulano prismi esagoni, talvolta associati a rombottaedri. — P. sp. = 6,57 — Durezza = 3,5. — Incolora allo stato di purezza. Cristalli diafani o translucidi, con lucentezza vitrea o adamantina. Spesse volte si trova invece in masse bianche ed opache. — Al cannello decrepita; sul carbone si liquefà, ingiallisce e si riduce. È un minerale accessorio nelle miniere di piombo.

L'*anglesite* è un solfato di piombo, che si trova in eleganti cristalli ortorombici, diafani, limpidi e lucentissimi, associato alla galena e alla cerussa.

VI.

Minerali di zinco.

I principali minerali di zinco sono la blenda (solfuro), la smithsonite (carbonato) e la calamina (silicato idrato).

Blenda, Sist. I. — Sfaldatura rombododecaedrica. Forme più frequenti: tetraedro col cubo e col rombododecaedro, emitrapezoedro, ottaedro col cubo, col rombododecaedro e coll'emitetrachisesaedro; rombododecaedro talvolta trasposto. Bene spesso lamellare, compatta, concrezionata o granulare. — P. sp. = 4,2 — Durezza = 3,5. — Colore giallo-verdastro, rossastro o bruno più o meno carico. Translucida od opaca. Lucentezza resinoide, semimetallica o adamantina. — Colla confricazione diventa fosforescente. — Al cannello decrepita e non si fonde o si fonde difficilmente senza il sussidio di un flusso. Al fuoco di ossidazione somministra vapori bianchi di ossido di zinco. — Si scioglie difficilmente nell'acido nitrico, rimanendo zolfo libero.

Contiene abitualmente un po' di ferro e talvolta cadmio.

Disseminata in rocce metamorfiche e più frequentemente in filoni, unita ad altri minerali metallici, tra i quali primeggia la galena.

Smithsonite. — È questo un carbonato di zinco generalmente amorfo, bianco-giallastro, verdastro o grigio, che suol trovarsi associato al silicato di zinco o calamina. — P. sp. = 4,3.... 4,5 — Durezza = 5.

Calamina, Sist. IV. — Cristalli rari. Generalmente concrezionata, globulare, fibroso-raggiata. — Colore gialliccio, bruno, grigio o ver-

dognolo. Translucida od opaca. — Frattura ineguale. — Fosforescente. — Piroelettrica.

È un silicato idrato di zinco, che si ricerca per l'estrazione di questo metallo e si trova in cospicue concentrazioni od amigdale nei terreni di sedimento e metamorfici, generalmente accompagnato da smithsonite.

VII.

Minerali di rame.

I principali sono la calcopirite e l'erubescite o rame variegato o fillipsite (solfuri di rame e di ferro), la calcosina (solfuro di rame), il rame nativo e la malachite (carbonato di rame idrato).

Calcopirite, Sist. II. — Forme cristalline rare, per lo più tetraedriche; sfaldatura quadratottaedrica. Quasi sempre compatta; talora concrezionata, dentritica o pseudomorfica. — P. sp. = 4,3 — Durezza = 4. — Colore giallo di ottone, traente un po' al verdastro. Lucentezza metallica, meno viva di quella della pirite. — Al cannello si fonde, somministrando globuli attirabili dalla calamita. Coll'aggiunta di carbonato sodico, si ottiene, nello stesso esperimento, rame ridotto. — Si scioglie nell'acido nitrico, tingendolo in azzurro.

Normalmente contiene dal 30 al 34 per 100 di rame; ma si coltivano anche varietà che forniscono il 2 per 100 di questo metallo, quando l'abbondanza ne compensi la poca ricchezza.

Erubescite, Sist. I. — Cristalli eccezionali; sfald. ottaedrica. — P. sp. = 5 — Durezza = 3 — Colore violaceo, paonazzo. Lucent. metallica debole. — Fragile. — Al cannello si fonde in globuli neri attirabili dalla calamita; con aggiunta di carbonato sodico, somministra rame metallico. — Solubile nell'acido nitrico.

Entrambe queste specie si trovano il più delle volte in vene, filoni, compenetrazioni, generalmente connesse colle rocce ofiolitiche; talvolta in certi scisti bituminosi.

Calcosina, Sist. IV. — Cristalli non comuni d'aspetto esagonale; talvolta pseudomorfica. — Colore bigio di piombo traente al nero. Lucent. metallica. — P. sp. = 5,5 . . . 5,8. — Dur. = 2,5 . . . 3. — Si lascia tagliare col coltello.

In filoni regolari e irregolari, sempre meno abbondante delle specie ora notate.

Tetraedrite o panabase, Sist. I. — Forme più frequenti: tetraedro, tetraedro combinato col cubo, col secondo tetraedro, con un emi-

cositetraedro, col rombododecaedro. — P. sp. = 5 — Durezza = 4,1. — Colore bigio d'acciaio. Lucent. metallica. — Si appanna all'aria, massimamente quando è ricca d'arsenico. — Un po' fragile. Frattura granosa. — Si fonde al cannello in scoria nera, svolgendo fumi d'arsenico e d'antimonio. — È solubile nell'acido nitrico. — Risulta di zolfo, d'antimonio e d'arsenico uniti a proporzioni rispettivamente variabili di alcuni metalli, tra i quali, più comunemente, rame, ferro, zinco, argento, mercurio e piombo.

Si trova in filoni regolari con altri minerali metalliferi e specialmente cupriferi.

La *malachite* e l'*azzurrite*. — Sono carbonati di rame idrati, e differiscono l'uno dall'altro per la proporzione degli elementi, nonchè pei caratteri esterni. La malachite è di color verde vellutato, si trova abitualmente in concrezioni ed è molto stimata come pietra d'ornamento. L'azzurrite, di colore azzurro indaco, offre nitide cristallizzazioni ed è pur qualche volta concrezionata. Entrambi sono minerali accessori nei giacimenti ramiferi.

Il *rame nativo*, tranne in alcuni eccezionali giacimenti, è anch'esso un prodotto accessorio delle miniere ramifere. I suoi caratteri esterni sono troppo noti perchè sia premio dell'opera il darne conto.

VIII.

Minerali di ferro.

I più importanti minerali di ferro sono: l'oligisto (sesquiossido), la magnetite (ossido doppio, cioè combinazione di sesquiossido con protossido), la limonite (idrato di sesquiossido), la pirite e la marcasita (bisolfuri) e il siderose (carbonato).

Oligisto, Sist. III. — Forme prevalenti: romboedri; cristalli ricchi di faccette, talvolta complicatissimi. — P. sp. = 4 . . . 5,2 — Durezza = 6. — Colore bigio di ferro o d'acciaio; polvere di color rosso cupo. Lucentezza metallica viva. — Cristalli spesso iridescenti. — È infusibile al cannello; l'acido cloridrico concentrato lo attacca a caldo.

L'*ematite rossa* è una varietà d'oligisto, che offre per lo più struttura fibroso-raggiata e color rosso-bruno; ve ne ha anche in pagliuole e laminette translucide rosso-violacee. L'*ocra rossa* è una varietà terrosa della stessa specie, ricercata come materia colorante.

L'oligisto si trova in masse, talvolta grandissime, in filoni, in vene, in sublimazioni sulle lave vulcaniche, ecc.

Magnetite, Sist. I. — Forme prevalenti: ottaedro, rombododecae-

dro; questo per lo più a facce striate. — P. sp. = 5,16 — Durezza 5,5 . . . 6. — Colore bigio di ferro, traente al nero; polvere nera. Lucentezza metallica debole o metalloidea. — Magnetica. — La sua varietà granulare o amorfa, ben conosciuta sotto il nome di calamita, è dotata di magnetismo polare assai energico. Al cannello e sotto l'azione dei reagenti si comporta come l'oligisto. Entrambe queste due specie sono pregiati minerali di ferro.

Pirite, Sist. I. — Forme numerosissime; prevalenti: pentagono-dodecaedro, esaedro, ottaedro. — P. sp. 5 — Durezza 6 . . . 6,5. — Colore giallo d'ottone; polvere bigio-verdastra, quasi nera. Lucentezza metallica viva. — Fa fuoco coll'acciarino. — È solubile nell'acido nitrico, insolubile nel cloridrico. È uno dei minerali metalliferi più comuni e diffusi. La pirite si adopera per l'estrazione dello zolfo e la preparazione dell'acido solforico. Dalle sue varietà aurifera, argentifera, nichelifera si estrae oro, argento, nichelio. Contiene talora arsenico, stagno, cobalto, ecc.

Marcasita. — La marcasita è un bisolfuro di ferro identico alla pirite per la sua composizione, ma cristallizzato in forme dipendenti dal quarto sistema. Nell'*arseniopirite* o pirite arsenicale parte dello zolfo della marcasita è sostituita da arsenico; la sostituzione è completa nella *leucopirite*. Le tre specie summentovate si distinguono facilmente per le loro reazioni.

Ilmenite e *Iserina.* — Sono due combinazioni di ferro, titanio e ossigeno, entrambe attirabili dalla calamita, di color nero di ferro, con lucentezza submetallica. La prima s'accosta, per la cristallizzazione e pel tipo della composizione, all'oligisto; la seconda invece è analoga alla magnetite. Le serpentine, le lave, i basalti contengono spesso questi ferri titanati in minuti granuli o cristalli.

Limonite. — Il più delle volte concrezionata, stalattitica, talora pisolitica, terrosa, pseudomorfica. P. sp. = 3,6 . . . 4 — Durezza = 5 . . . 5,5. — Colore in massa bruno, rossastro o nerastro; polvere gialla. Lucentezza semimetallica o resinosa — Struttura talvolta fibrosa.

La varietà concrezionata a struttura fribroso-radiata dicesi *ematite bruna;* la varietà terrosa dicesi *ocra gialla.*

È un idrato d'ossido ferrico e costituisce ammassi, talora assai cospicui, nei terreni metamorfici, nonchè depositi più o meno potenti nei terreni di sedimento. La parte superficiale, cioè il cappello delle masse e dei filoni metalliferi, risulta per lo più di limonite.

La *gœthite* è un idrato d'ossido ferrico che contiene acqua in minor proporzione.

IX.

Minerali di cobalto.

I principali minerali cobaltiferi sono la smaltina (arseniuro) e la cobaltina (solfo-arseniuro), entrambi sempre più o meno ferriferi. Queste specie sogliono essere adoperate per la preparazione del cosidetto azzurro di cobalto.

Smaltina, Sist. I. — Sfaldatura ottaedrica. Forme più frequenti: cubo, cubo-ottaedro, cubo-rombododecaedro. — P. sp. = 7 — Durezza = 5,5. — Colore bianco grigiastro. Lucentezza metallica, un poco grassa. — Frattura ineguale e granosa. — Al cannello si fonde sviluppando vapori arsenicali; colora in azzurro-scuro il vetro di borace. — Solubile nell'acido nitrico, colorandolo in rosa.

Cobaltina, Sist. I. — Sfaldatura esaedrica. Forme analoghe a quelle della pirite. — P. sp. = 6 . . . 6,3 — Durezza = 5,5. — Colore bianco argentino, traente al rossastro. Polvere di color bigio scuro o nera. Le sue reazioni sono analoghe a quelle offerte dalla smaltina.

Si trova in filoni o in concentrazioni insieme alla specie precedente.

Il *glaucodoto* è solfoarseniuro di cobalto e di ferro, che cristallizza in forme ortorombiche (4° sistema), e s'incontra nei medesimi giacimenti.

X.

Minerali di manganese.

I più notevoli minerali di manganese sono la pirolusite (biossido), e la manganite (sesquiossido idrato).

Pirolusite, Sist. IV. — Forme abitualmente bacillari, aciculari, raggiate. Color nero; polvere nera. — P. sp. = 4,8 . . . 4,9 — Durezza = 2 . . . 2,5 — Colora in violaceo il vetro di borace (vedi per le altre reazioni la parte V).

In filoni ed ammassi nei terreni metamorfici.

Manganite, Sist. IV. — Cristallizzazioni assai rare. Generalmente amorfa, terrosa; talvolta in detriti. — P. sp. = 4,2 — Durezza = 4. — Colore bigio di ferro o nero, con lucentezza metallica. Polvere rosso-bruna. — Scaldata nel tubo d'assaggi sviluppa molt'acqua.

Mista ad altri minerali manganesiferi, costituisce talvolta dei veri strati in terreni metamorfici.

XI.

Minerali d'arsenico, d'antimonio e di bismuto.

I tre corpi semplici summentovati si trovano in natura allo stato nativo ed impegnati in varie combinazioni. L'arsenico unito allo zolfo costituisce il realgar e l'orpimento, l'antimonio forma con questo metalloide il minerale denominato stibina (trisolfuro).

Arsenico, Sist. III. — Cristalli rarissimi romboedrici. — P. sp. = 5,93 — Durezza = 3,5. — Colore bianco di stagno o bigio nelle fratture fresche. All'aria annerisce. Lucentezza metallica. — Fragile. — Nel tubo d'assaggi si sublima, sviluppando odore agliaceo.

Costituisce masse compatte, granose o fibrose; talvolta concrezionato e testaceo. Si trova in filoni, vene, ammassi, associato ad altri minerali metalliferi, specialmente argentiferi.

L'*orpimento* è di color giallo dorato o citrino, translucido, con lucentezza metalloidea e struttura lamellosa o fibrosa. Il *realgar*, meno ricco di zolfo, è di color rosso chiaro, translucido, con lucentezza resinosa; la sua polvere è ranciata. Entrambi sono molli, fusibili a bassa temperatura e volatili, e si raccolgono in certi filoni metalliferi, nonchè tra i prodotti delle emanazioni vulcaniche.

Antimonio, Sist. III. — Ordinariamente in masse lamellari e granose. — P. sp. = 6,6 ... 6,7 — Durezza = 3 ... 3,2. — Colore bianco di stagno. Lucentezza metallica viva. — Fragile, agro. — Al cannello facilmente fusibile e volatile. In alcuni giacimenti metalliferi; non comune.

Stibina, Sist. IV. — Forme abituali: prismi aciculari o bacillari a base romba. — P. sp. 4,6 ... 4,7 — Durezza = 2. — Bigio di piombo o d'acciaio. Lucentezza metallica viva. Opaca; talvolta un po' iridata. — In lamine sottili, un po' flessibile. — Facilmente fusibile e volatile anche senza l'aiuto del cannello.

Il più delle volte in masse cristalline granose o fibrose, in filoni ed ammassi.

Bismuto, Sist. III. — Forme abituali: romboedri basati imperfetti. Per fusione somministra facilmente dei cristalli romboedrici aggruppati a tramoggie. — P. sp. 9,72 — Durezza = 2 ... 2,5. — Colore bianco d'argento con riflessi rossastri. Lucentezza metallica. Esposto all'aria, diventa iridescente. — Al cannello fusibile assai facilmente.

In masse cristalline granose e dentritiche, disseminato in vari giacimenti metalliferi; unito spesse volte ad arsenico.

XII.

Minerali di zolfo.

Prescindendo dalla pirite, che è utilizzata in alcuni paesi per l'estrazione dello zolfo, questo metalloide si ricava dal solo minerale nativo.

Sist. IV. — Sfaldatura basale imperfetta. Forme più frequenti; rombottaedro (ang. spig. 1[i] culm. 106°, 38'; 2[i] culm. 84°, 58; lat. 143°, 17'), lo stesso associato al prisma verticale, a prismi orizzontali, alle facce terminali e ad altri rombottaedri. — P. sp. = 2,01 — Durezza = 2,05. — Colore giallo citrino. Diafano. Lucentezza resinosa e talvolta adamantina. Rifrazione doppia a due assi. Fonde a 111°. A 250°, in contatto dell'aria, brucia, producendo vapori d'anidride solforosa, dotati di odore caratteristico. — È solubile nel solfuro di carbonio, nella benzina, nell'etere, ecc.

Si trova in gran copia, in alcuni terreni di sedimento, unito a varii solfati e a materie bituminose. È uno dei più costanti prodotti dei fumaioli vulcanici. Accompagna parecchi solfuri metallici nei filoni. Trovasi incluso in piccola quantità nelle cavità di certi marmi. È depositato sotto forma d'incrostazioni da alcune acque minerali.

XIII.

Combustibili fossili.

L'antracite, il litantrace, la lignite (carbonio amorfo impuro) che appartengono a questa categoria, vanno compresi fra i minerali più utili all'uomo.

Antracite. — È di color nero, o bigio di ferro; ha lucentezza generalmente semi-metallica, talvolta invece vetrosa o resinosa; non di rado è iridescente. La sua struttura è amorfa (al microscopio non offre la tessitura propria ai vegetali come il litantrace e la lignite). È fragile, a frattura concoide o irregolare. — P. sp. = 1,4... 1,9 — Dur. = 2 ... 2,5. — Al cannello decrepita e non si fonde; detona col nitro. Brucia con difficoltà e si spegne, se la combustione non sia attivata da energica corrente d'aria e se il minerale non si trovi in gran copia. Bruciando sviluppa lievi fiamme, poco fumo e poco gas.

Giace in banchi e strati riferibili ad età assai remota, generalmente anteriori al periodo carbonifero.

Litantrace. — È nero o bigio scuro, ora lucente di splendore se-

mimetallico o resinoso, ora come appannato. Offre quasi sempre la struttura microscopica del legno. — P. sp. 1,25... 1,34. — Durezza 2... 2,5. — Contiene dal 12 al 27 per 100 di materie volatili. Nella combustione produce fiamma più o meno viva, sviluppa fumi bituminosi e i suoi pezzi si agglutinano. Abbandona un residuo di carbone bolloso e scoriaceo o *coke* e poca cenere.

Si trova in vasti depositi regolari, nei terreni carboniferi, e meno comunemente nei triassici e negli oolitici. Per eccezione s'incontrano carboni di data più recente dotati di caratteri consimili.

Lignite. — È nera o bruna, lucente od appannata, secondo le varietà. Presenta distinta la struttura del legno. — P. sp. 1,25 ... 1,50. — Durezza 1 ... 2,5. — Bollita nella liscivia di potassa, la colora in bruno. Contiene dal 26 al 44 per 100 di materie volatili. Brucia facilmente, sviluppando meno calore dell'antracite e del litantrace. Nella combustione la fiamma è generalmente ampia, chiara ed accompagnata da fumi fuliginosi; i suoi frammenti non si agglutinano e lasciano residuo di cenere per lo più abbondante e talora anche un po' di *coke*.

Si trova in strati di lieve potenza, nei terreni terziari e specialmente in quelli dei periodi miocenico ed eocenico.

Il *piligno* o legno fossile, il *gagate* (*jaiet* dei francesi), il *disodile*, la *terra d'ombra* sono altrettante varietà di lignite.

XIV.

Gemme (1).

Diamante. — Carbonio puro — Sist. I. Sfaldatura ottaedrica. — P. sp. = 3,5 ... 3,6. Dur. = 10. — Colore variabile. Lucentezza adamantina.

Corindone. — Allumina pura — Sist. III. — P. sp. = 3,93 ... 4,08. Dur. = 9. Colore variabile: rosso (rubino), azzurro (zaffiro), giallo (topazio orientale), violetto (amatista orientale), verde (smeraldo orientale).

Amatista. — Varietà di quarzo (vedi questa specie più innanzi). Colore violaceo.

Occhio di Gatto. — Quarzo (vedi questa specie) contenente fibre sericee d'asbesto o d'amianto. — Colore bigio verdastro o giallastro. Vivo gatteggiamento.

Opale. — Silice idrata — Si trova in masse concrezionate, botrioidi

(1) I limiti che ci siamo prefissi in queste istruzioni mineralogiche ci permettono di indicare soltanto alcuni dei caratteri essenziali delle gemme più note.

o reniformi, in noduli, in piccoli arnioni, non mai in cristalli. — P. sp. = 1,9 ... 2,3. Dur. = 5,5 ... 6,5. — La var. *nobile*, l'unica di questa specie che sia noverata tra le gemme, è biancastra, giallastra, bruna, rossa, o verde e dotata di vaga iridescenza. Lucentezza vitrea o resinosa. Appena un po' translucida.

Berillo. — Silicato di alluminio e di glucio. — Sist. III. — P. sp. = 2,67 ... 2,75. Dur. = 7,5 ... 8. — Colore variabile, specialmente azzurro verdastro (acqua marina) e verde (vero smeraldo).

Topazio. — Fluosilicato d'alluminio. — Sist. IV. — P. sp. = 3,52... 3,56. Dur. = 8. Giallo, roseo, vinato; raramente incoloro.

Zircone. — Silicato di zirconio — Sist. II. — P. sp. = 4 ... 4,7. Dur. = 7,5 — Rosso giacinto, bruno, giallo, bigio, azzurrastro o incoloro.

Tormalina. — Silicoborato d'alluminio, ferro, magnesio e d'altri elementi non costanti. — Sist. III. Forma dominante prisma esagono con tre faccie generalmente più estese delle altre. — P. sp. = 2,9 ... 3,3. — Dur. = 7 ... 7,5. — Colore variabile.

Cordierite o dicroite o zaffiro d'acqua. — Silicato di alluminio e magnesio con piccole proporzioni d'altri metalli. — Sist. III. — P. sp. = 2,59 ... 2,66. Dur. = 7 ... 7,5. — Azzurra, verde, giallastra, bruna o bigia; generalmente dicroica, presentandosi, sotto varie incidenze di luce, azzurra e giallastra.

Granati (1). — Sotto questo nome si comprendono varii silicati, tra i quali la grossularia (2) ha per radicali alluminio e calcio, l'almandino (3) alluminio, ferro e calcio, la melanite (4) di ferro e calcio. — Sist. I., comune a tutte le specie. Forma dominante rombododecaedro. — P. sp. = 3,4 ... 4,3. — Dur. = 6,5 ... 7,5 — Colore più comunemente rosso, talvolta nero, verde, giallo, bruno.

Crisolito. — Var. di peridoto (silicato di magnesio). — Sist. IV. — P. sp. = 3,3 ... 3,4. — Dur. = 6,5 ... 7. Colore verde o giallo verdastro; lucentezza vitrea.

Spinello. — Alluminato di magnesio. — Sist. I. — P. sp. = 3,5... 3,9 — Dur. = 7,5 ... 8. Colore rosso o roseo (rubino balascio), nero (pleonasto), verde cupo (candite e ceylanite).

Cimofane o crisoberillo. — Alluminato di glucio. — Sist. IV. — P. sp. = 3,72 ... 3,75 — Dur. = 8,5. — Bianco verdastro, verde asparagio, verde oliva, bigio verdastro; talvolta opalescente e policroico. Lucentezza vitrea. Subdiafano o translucido.

(1) Forse i carbonchi degli antichi.
(2) Ne è varietà l'essonite.
(3) La varietà piropo contiene magnesio e cromo.
(4) Ne sono varietà la colofonite e la topazzolite.

Turchesia o calaite. — Fosfato d'alluminio idrato. — Amorfa, in masserelle compatte, reniformi o botrioidi. — P. sp. = 2,62 ... 3. — Dur. = 6. — Colore azzurro o azzurro-verdastro. Lucentezza cerea. Un po' translucida nelle scheggie sottili.

XV.

Minerali di cui risultano più comunemente le rocce.

Quarzo (acido silicico), Sist. III. — Sfaldatura nulla. Forme più frequenti: prismi esagoni bipiramidati, esagonododecaedri. — P. sp. 2,5 ... 2,8 — Dur. 7 — Incoloro allo stato di perfetta purezza; quasi sempre diafano o translucido. Lucentezza vitrea — Inattaccabile dagli acidi, tranne l'acido fluoridrico. Infusibile al cannello ordinario.

Va noverato fra i minerali più diffusi ed abbondanti in natura in ogni maniera di giacimenti. Presenta numerose varietà, distinte da peculiari caratteri di struttura, di colore, di lucentezza, ecc.

Calcite (carbonato di calcio), Sist. III. — Sfaldatura romboedrica; il romboedro primitivo misura negli spigoli ottusi circa 105° (1). Forme più frequenti: romboedri, prismi esagoni, scalenoedri. — P. sp. = 2.7 — Durezza = 3. — Incolora allo stato di perfetta purezza; spesso diafana o translucida. Lucentezza vitrea. — Fa energica effervescenza cogli acidi. Infusibile.

È uno dei principali elementi costitutivi della corteccia terrestre e specialmente delle formazioni acquee. Non di rado forma la ganga dei filoni metalliferi.

Quando contiene una certa proporzione di carbonato di magnesio, passa alla *dolomite*, che si distingue dal puro carbonato di calcio per alcune differenze nei caratteri fisici e chimici. La misura del romboedro primitivo della dolomite è di 106°, 15; la sua durezza è 3, 5 ... 4; il peso specifico è 2,85 ... 2,92. — A freddo non fa che debole effervescenza cogli acidi.

Selenite (solfato di calcio idrato), Sist. V. — Sfaldatura facile secondo un piano, meno facile in due altri. Forme più comuni: prismi obliqui a base romba, con faccie di modificazione di prismi orizzontali, di ottaedri monoclini, ecc. Emitropia a ferro di lancia frequentissima e caratteristica. — P. sp. = 2,28 ... 2,33. — Durezza = 2. — Incolora con lucentezza vitrea. Per lo più diafana. — Poco solubile nell'acqua. Al cannello imbianca, perde acqua e si liquefà difficilmente in smalto bianco.

(1) Questo valore varia secondo il grado di purezza del minerale.

In masse lamellari, saccaroidi, niviformi od amorfe. Forma talvolta potenti stratificazioni. S'incontra di preferenza nei terreni terziari e nei triassici.

L'*alabastro* comune è una varietà di questa specie.

Celestina (solfato di stronzio), Sist. IV. — Forme più frequenti; prismi a base romba associati a rombottaedri. P. sp. = 3,9 — Durezza = 3,5. — Incolora quando sia pura; accidentalmente celeste o rossastra. Lucentezza vitrea. Generalmente diafana. Al cannello decrepita e si fonde difficilmente; mista con carbonato sodico e carbone e bagnata d'acido cloridrico, colora in rosso la fiamma avvivata dal cannello. È debolmente solubile nell'acqua. La soluzione precipita coi sali di bario.

Raramente costituisce da sè dei filoncelli. Accompagna lo zolfo, il salgemma e vari solfati, nei terreni di sedimento. Si trova nelle cavità di certe lave.

Baritina (solfato di bario), Sist. IV. — Sfaldatura basale e prismatica. Forme più frequenti: prismi a base romba, per lo più tabulari, prismi a base romba associati a prismi orizzontali, a faccie laterali e a rombottaedri. Spesso lamellosa; talvolta concrezionata. — P. sp. = 4,5 — Durezza = 3,5. — Normalmente incolora, talora rossastra o giallastra. Il più delle volte diafana, vitrea. Fosforescente per insolazione e per riscaldamento. — Al cannello si fonde difficilmente in smalto bianco. Al fuoco di riduzione acquista un sapore epatico. — Insolubile nell'acqua; negli acidi e negli alcali. Spesso costituisce la ganga di filoni metalliferi. Meno comunemente, nei terreni sedimentari, in noduli o arnioni.

Salmarino o salgemma. — (Cloruro di sodio), Sist. I. — Sfaldatura esaedrica. — P. sp. = 2,25. Dur. = 2. — Incoloro, vitreo. In grandi masse nei terreni di sedimento.

Feldispati. — Sotto questo nome si comprendono parecchie specie dotate dello stesso tipo di composizione e d'altri caratteri comuni. Sono tutti silicati di cui l'alluminio è uno degli elementi metallici. Generalmente il loro peso specifico è compreso fra 2,5 e 2,7, e la durezza fra 6 e 6,5.

L'*ortose*, silicato di alluminio e di potassio, è il tipo di questo gruppo. Sist. V. — È incoloro, vitreo, diafano, translucido od opaco. — Al cannello si fonde in vetro bolloso. Gli acidi non l'attaccano.

L'*albite*, silicato di alluminio e di sodio, cristallizza in prismi riferibili al sistema VI. I suoi cristalli sono spesso emitropi. È generalmente incolora, vitrea e diafana. — Al cannello si fonde difficilmente, colorando la fiamma in giallo. Inattaccabile dagli acidi.

L'*oligoclasio*, silicato d'alluminio, sodio e calcio, cristallizza come l'albite. I suoi cristalli sogliono essere striati. È di color verdastro,

grigio, rossiccio o carneo e translucido, con lucentezza vitrea. Si comporta al cannello come l'albite. Gli acidi l'attaccano debolmente.

La *labradorite* è silicato d'alluminio e calcio. La sua cristallizzazione si riferisce al sist. VI. Il più delle volte si trova in masse lamellari o fibrose. Colore bigio, azzurrastro, verdastro o bruno; lucentezza vitrea o resinosa; translucida; talvolta iridescente o gatteggiante. Al cannello è più fusibile dell'ortose. Si scioglie difficilmente, ma completamente, nell'acido cloridrico.

Pirosseni. — Fra le specie più frequenti di questo gruppo si citano l'augite, il diopside e il diallagio, le quali cristallizzano in forme dipendenti dal sistema V. L'iperstene appartiene invece al sistema IV.

L'*augite* è silicato di calcio, magnesio, alluminio e ferro. Ne' suoi cristalli, che sono prismi obliqui a base romba con faccie laterali assai estese, si osserva spesso una emitropià caratteristica, manifestata da un angolo rientrante. — P. sp. = 3,3 — Durezza = 6. — È di di color verde scuro, bruno o nero; pellucida od opaca, con lucentezza vitrea. Al cannello si fonde in vetro nero, magnetico. Dagli acidi è poco attaccabile.

Il *diopside* è silicato di calcio e magnesio. — P. sp. = 3,3 — Durezza = 5 . . . 6 — Incoloro, bigio, verdastro o giallastro; vitreo; diafano o translucido. Al cannello si fonde in vetro bigio. Non si scioglie negli acidi.

Il *diallagio* è silicato di calcio, magnesio, alluminio e ferro. I suoi cristalli, generalmente imperfetti, hanno una facilissima sfaldatura parallelamente alle prime facce laterali. — P. sp. = 3,3 — Durezza = 4. — Colore bigio, verde, bronzato o bruno; opaco o translucido; lucentezza metalloide. — Si liquefà agevolmente al cannello. Gli acidi non l'attaccano.

L'*iperstene* differisce dal diallagio pei caratteri dei suoi cristalli, per la maggior durezza (5 . . . 6) e perchè è più povero di calcio. Al cannello si liquefà più difficilmente.

Amfiboli. — I principali sono l'orneblenda, la tremolite e l'attinoto, tutti e tre affini ai pirosseni e riferibili al V sistema cristallino.

L'*orneblenda* è silicato di ferro, di calcio e d'alluminio. — P. sp. = 3,4 — Durezza = 5,5. — Color bruno, nerastro o verde scuro; lucentezza vitrea o perlacea; opaca o tralucida. Al cannello si fonde facilmente in smalto, ribollendo. L'acido cloridrico l'attacca leggermente.

La *tremolite* è silicato di magnesio e di calcio. Le cristallizzazioni di questa specie hanno un abito aciculare, fibroso o filamentoso. — P. sp. = 2,9 . . . 3. Durezza = 5,5. — Colore biancastro o verdastro; vitrea; translucida od opaca. Al cannello si liquefà agevolmente in vetro

bianco, ribollendo. Gli acidi la sciolgono. L'*asbesto* e l'*amianto*, noto il primo per la sua struttura fibrosa, il secondo per la sua configurazione filamentosa, si noverano tra le numerose varietà della tremolite.

L'*attinoto* è un silicato di magnesio, calcio e ferro, il cui abito imita frequentemente quello della specie ora descritta. P. sp. = 2,8... 3. — Durezza 5 . . . 5,5. — Il più delle volte verdastra, talora verde o bruna; vitrea; translucida. Al cannello si liquefà con lieve ribollimento.

Serpentino (silicato di magnesio idrato). — Generalmente amorfo o in forme non proprie (per pseudomorfismo), talvolta fibroso o lamellare. — P. sp. = 2,47 . . . 2,60 — Durezza = 3. — Colore variabilissimo, il più delle volte verde smorto cupo o bruno verdastro. Polvere biancastra. Lucentezza lieve, resinosa o grassa. Frattura generalmente scagliosa e irregolare. Al cannello si liquefà difficilmente sui margini. Gli acidi cloridrico e solforico l'attaccano, quando sia ridotto in polvere impalpabile.

La sua composizione è molto incostante, perciocchè suol contenere vari materiali estranei, segnatamente ossidi di ferro e di cromo.

Costituisce l'elemento prevalente di alcune specie di roccie sviluppatissime dette serpentinose od ofiolitiche.

Talco (silicato di magnesio idrato) (1). Sist. IV. — Generalmente in masse laminose o fogliacee, talvolta in laminette esagone disposte a pile. P. sp. = 2,6 . . . 2,8 — Durezza = 1 . . . 1,5. — Bianco argentino, verde chiaro, azzurrastro. Polvere bianca; translucido. Lucentezza madreperlacea. — Tatto untuoso. Flessibile e non elastico. — Al cannello diventa luminoso, si sfoglia e fonde assai difficilmente.

Forma parte di parecchie specie di roccie cristalline, tra le quali i protogini, e i talcoscisti.

La *steatite*, o pietra da sarti, offre la massima parte dei caratteri del talco, ma non è mai cristallizzata, nè ha in alcun caso la struttura laminare o fogliacea.

Miche. Sono silicati in cui il radicale alluminio è costantemente associato a ferro, sodio, calcio e, secondo le specie, a potassio, magnesio o litio, e contenenti bene spesso anche fluore.

Il loro carattere più perspicuo si è quello di dividersi facilmente in lamine di sfaldatura più o meno sottili, flessibili ed elastiche. Talvolta si presentano in prismetti tabulari esagoni (sistema IV). — P. sp. = 2,78 . . . 3,1 — Durezza = 2 . . . 2,5.

La *muscovite* o *mica di Moscovia*, che è la specie più comune, si presenta incolora o giallastra, diafana o translucida ed offre splendore

(1) Contiene maggior copia di silice ed è meno idrato del serpentino.

argentino o metalloideo; le miche magnesifere (*biotite, meroxeno*) sono per lo più verdi o brune, le litinifere (*lepidolite*) sono d'ordinario rosee o violacee. Le prime sono poco fusibili al cannello e gli acidi non le sciolgono o le attaccano debolmente. Le miche sono elementi essenziali di parecchie sorta di roccie.

Cloriti. — Risultano di silice combinata per lo più ad alluminio, magnesio, ferro e acqua. — P. sp. = 2,65 . . . 2,96 — Durezza = 1 . . . 3. — Colore verde cupo, verde giallastro o bianco verdastro; spesso translucide o semitrasparenti; lucentezza vitrea o madreperlacea. Si presentano in scagliette o laminette cristalline, con facili sfaldature secondo un piano (Sist. III, IV e V). Al cannello si liquefanno difficilmente in smalto giallastro o nero. Si sciolgono negli acidi. Specie frequenti: *clinocloro, ripidolite, pennina.* Le *cloriti* fanno parte dei *cloritescisti* e d'altre roccie.

Zeoliti. — Questa denominazione è attribuita ad un gruppo di silicati idrati assai ricco di specie, le quali sono tutte agevolmente fusibili al cannello e nel liquefarsi si gonfiano, ribollono ed emettono acqua. Talune hanno per radicali alluminio e sodio (*analcime, mesotipo*), altre alluminio, calcio e sodio (*stilbite*), altre calcio ed alluminio (*cabasia, laumontite*), altre bario (*armotoma*).

PARTE NONA.

DETERMINAZIONE E STUDIO DELLE ROCCIE.

La determinazione delle roccie è tutta fondata sulla cognizione dei minerali che le costituiscono e sul modo d'aggruppamento dei minerali stessi (1).

Le roccie possono essere *semplici,* cioè risultare d'una sola specie minerale, o *composte,* cioè costituite da due o più specie. In questo caso uno degli elementi può essere predominante e l'altro o gli altri subordinati. Nelle roccie *fanerogene* gli elementi sono discernibili ad occhio nudo; nelle *adelogene* gli elementi sono all'incontro indistinti; nelle *miste* si verificano le due condizioni ad un tempo. Oltre ai loro essenziali componenti, le roccie sogliono contenere dei minerali accessori, la cui presenza vale a distinguere peculiari varietà.

(1) Il *Lehrbuch der Petrographie* di ZIRKEL (Bonn, 1866) è una buona guida per lo studio delle roccie.

Dopo la composizione mineralogica, i caratteri distintivi più importanti sono forniti dalla *struttura* (1) e dalla *forma litologica*.

La forma che dicesi *granitica* risulta dall'aggruppamento di cristalli riferibili a parecchie specie mineralogiche. Quella denominata *porfirica* si verifica ove trovansi cristalli disseminati in una massa pietrosa non cristallina. La *variolitica* è propria delle roccie in cui uno degli elementi costitutivi è concentrato in sferette sparse in una pasta omogenea. Nella forma *amigdaloide* la roccia presenta numerose cavità contenenti uno o più minerali cristallizzati; nella *afanitica* due o più elementi sono così intimamente commisti che non si distinguono ad occhio nudo.

Le cognizioni concernenti l'origine delle roccie e l'età loro relativa sonò pertinenti alla geologia e, per quanto vi si riferisce, rimandiamo il lettore al capitolo quarto delle nostre istruzioni.

La distribuzione delle roccie in specie e varietà, essendo fondata sulla cognizione dei loro componenti e del modo d'aggregazione dei medesimi, è chiaro che il primo scopo che deve prefiggersi lo studioso per determinare una roccia si è quello di conoscere quali e quanti sono questi elementi.

Se la roccia è semplice, s'intende come l'operazione si riduca alla determinazione del minerale che la costituisce, coi mezzi e le norme che furono già suggeriti nelle prime parti della presente memoria. Se la roccia è composta, come più spesso accade, la distinzione si consegue determinandone i singoli elementi. Ma, essendo questi intimamente connessi, o in particelle assai minute, non è possibile riconoscerli, talvolta, se non si ricorre a certi artifizi che valgono a separarli.

L'esame microscopico del minerale permette qualche volta di discernere certe specie di minerali l'una dall'altra, ed acciocchè questo esame riesca efficace, occorre che la roccia sia ridotta possibilmente in lastrine sottili e diafane ed osservata per trasparenza con forte ingrandimento.

Per preparare una lamina in tali condizioni, si stacca dalla roccia, per mezzo del martello, una scheggia sufficientemente sottile, poi si appiana da una parte e dall'altra sopra una mola o sopra un disco di ghisa, sparso di smeriglio grossolano e bagnato d'acqua. Per rendere poscia la laminetta più sottile ed impartirle maggiore levigatezza, si fa strisciare molte volte con smeriglio fino ed acqua sopra una lastra di vetro smerigliato, e in ultimo, col sussidio di smeriglio finissimo, sopra una lastra di vetro liscio (2). L'operazione riesce più facile se

(1) Vedi come si applichi tale espressione nella parte IV.

(2) Facendo uso di certe seghe e tornetti metallici che si fabbricano apposi-

si attacca il pezzetto di roccia ad un sostegno opportuno, per mezzo di un cemento che può essere balsamo del Canadà.

Osservato l'aspetto della roccia al microscopio ordinario (1), questa si esamina alla luce polarizzata, nel microscopio polarizzante, e si verifica se i suoi elementi sono o no dotati di doppia rifrazione e, in caso affermativo, se sono uniassi o biassi. Il lettore troverà in speciali trattati la descrizione degli stromenti più acconci all'esame ottico e microscopico delle roccie, come pure più estesi ragguagli sulle particolarità che emergono da questo esame (2).

Dopo le osservazioni anzidette, si cimenta successivamente la lastrina all'azione di svariati reattivi, sì a caldo che a freddo, e si vede, al microscopio, qual parte di essa sia rimasta attaccata dopo ciascuna reazione. Il residuo, la porzione cioè della roccia che ha resistito ai solventi più energici, si espone in ultimo al fuoco del cannello per sperimentare la sua fusibilità e la sua azione sulla fiamma e sui fondenti alcalini (3).

D'altra parte, le soluzioni, ottenute immergendo pezzetti di roccia nei vari reattivi, si sottopongono alle opportune analisi.

Uno dei modi più facili di separare i vari elementi costitutivi di una roccia si è pure il seguente (4). Ridotta la pietra in polvere sottile, questa si sparge sopra una lastra di vetro alquanto inclinata e bene asciutta. Scuotendo cautamente il vetro, il che si può ottenere con una serie di deboli percosse, i vari minerali contenuti nella polvere si distribuiscono, allora, sulla lastra in un ordine dipendente dal rispettivo loro peso specifico e dal volume dei granellini, e, per mezzo d'un pennello umido, si può raccogliere un piccolo campione di ciascuna specie per sottoporlo all'esame microscopico e al saggio chimico (5).

tamente in Germania, la preparazione di ciascuna lastrina non richiede che breve tempo.

(1) Il massimo ingrandimento sotto il quale si osservano utilmente le roccie è di 800 diametri.

(2) Si consulteranno in proposito: Doelter, *La determinazione dei minerali mediante il microscopio*, ecc., trad. Poggi - Torino, Loescher, 1878; prezzo lire 1,50. — Rosenbusch, *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien* - Stuttgart, 1873-77. — Zirkel, *Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine* - Leipzig, 1873.

(3) Vedasi la parte V.

(4) Vedasi in proposito la memoria di Cordier: *Sur les substances minérales dites en masse qui entrent dans la composition des roches volcaniques de tous les âges (Journal de Physique, etc.* - Paris, 1816); e quella di Delesse, che s'intitola: *Procédé mécanique pour déterminer la composition des roches* - Paris, Savy, 1869.

(5) Talvolta giova a conseguire lo scopo una leggera torrefazione che si fa subire alla polvere prima di spargerla sul vetro.

Da qualunque roccia polverizzata si estrae con somma facilità, per mezzo di una calamita, la magnetite, la pirite magnetica, il ferro titanato e il ferro nativo.

Reputiamo utile di richiamare l'attenzione degli studiosi su talune particolarità delle roccie:

1. Si veda, nelle roccie composte, di qual natura sono i materiali di cui risultano e possibilmente d'onde provengono.

2. Nei conglomerati, si osservi la forma e l'orientazione degli elementi, se ne ricerchi la provenienza e si veda pure se fra questi vi sono ciottoli levigati e striati.

3. Osservare e descrivere il numero che si potrà maggiore di modificazioni o di alterazioni indotte nelle roccie dal metamorfismo (1). Per esempio:

L'indurimento, la silicizzazione, la conversione in ftaniti o in diaspri delle roccie argillose, la conversione in quarziti delle arenarie, ecc.

4. Osservare gli scoloramenti che si verificano in certe roccie, negli affioramenti dei filoni e lungo i piani di contatto tra le formazioni ignee e le metamorfiche e rintracciarne le cause.

5. Notare i casi in cui le roccie offrono una tinta assai spiccata, per esempio rossa, perchè ricche di sesquiossido di ferro, o nera, a causa del biossido di manganese, e verificare se questa colorazione è dipendente dalla esistenza di vene o filoni metalliferi nelle vicinanze.

6. Osservare le roccie che offrono numerose fenditure vuote od occupate da minerali estranei e ricercare le cause probabili di questa particolarità.

7. Notare diligentemente le transizioni e i passaggi esistenti tra una specie di roccia e un'altra.

8. Raccogliere esempi di roccie credute ignee, e che pur si presentano più o meno evidentemente stratificate.

9. Osservare il modo di formazione delle roccie solide e consistenti, che si depositano intorno alle isole ed ai banchi coralligeni.

10. Osservare il formarsi dei travertini, delle panchine e di certi conglomerati per effetto di acque minerali.

11. Studiare la genesi delle forme litologiche oolitica e pisolitica nelle roccie di sedimento.

12. Studiare la genesi delle forme litologiche vetrosa, cellulosa, cavernosa, amigdaloide, porfirica, variolitica nelle roccie ignee e metamorfiche.

(1) Si veda: Delesse, *Études sur le métamorphisme des roches* — Paris, Savy, 1879.

13. Investigare la causa del fenomeno dei ciottoli improntati, nei conglomerati.

14. Studiare il modo di formazione delle concrezioni ferruginose e manganesifere che si traggono talvolta dai fondi marini.

Fra gli argomenti di studi e di osservazioni ora indicati, alcuni (numeri 1, 2, 4, 5, 8) si propongono a qualunque esploratore, purchè diligente e sagace. Degli altri non potrebbe occuparsi efficacemente se non chi fosse già versato nella mineralogia e nella geologia e pratico di simili ricerche.

PARTE DECIMA.

CENNI INTORNO ALLE ROCCIE PIU' COMUNI.

I.

Roccie silicee.

Diaspro. — Silice compatta ed omogenea, mista a materiali argillosi ed ocracei.

Ftanite. — Roccia, argillosa silicizzata in grado minore del diaspro e maggiore del gabbro, per lo più distintamente stratificata.

Quarzite. — Roccia costituita di granuli silicei, uniti più o meno intimamente.

Itacolumite. — Quarzite micacea.

Selce. — Misto di silice anidra e di silice idrata; *selce da macina* è la varietà cavernosa.

Tripoli. — Silice idrata farinosa o terrosa, di origine organica.

Arenaria. — Granuli, generalmente quarzosi, uniti da un cemento non siliceo.

Macigno. — Varietà d'arenaria a cemento argilloso, calcare o ferruginoso e a granuli feldispatici.

Psammite. — Macigno con mica.

Glauconia silicifera. — È un'arenaria verde, in cui ai granuli di quarzo si uniscono particelle di clorite, di pirosseno, ecc.

Grauwacke. — Arenaria a granuli feldispatici e quarzosi, con detriti di scisti argillosi e ftaniti. Altri danno a questa parola un significato cronologico.

Sabbia quarzosa. — Granuli sciolti prevalentemente quarzosi.

Anagenite. — Conglomerato ad elementi di quarzo e a pasta talcosa.

II.

Roccie peridotiche.

Lherzolite. — Olivina prevalente, pirosseno enstatite e pirosseno diopside.

Peridotite. — Aggregato cristallino di peridoto, generalmente connesso colle roccie vulcaniche.

Dunite. — Varietà del precedente, con ferro cromato, osservata in connessione colle roccie serpentinose.

III.

Roccie pirosseniche ed amfiboliche.

Iperstenite. — Roccia essenzialmente costituita d'iperstene.

Selagite. — Iperstene e labradorite con minerali accessori.

Eufotide diallagica o *granitone* (gabbro dei Tedeschi). — Cristalli di diallagio sparsi in una pasta di labradorite o di saûssurrite compatta. Il diallagio può esservi sostituito da smaragdite.

Eclogite od *omfacite.* — Eufotide con granato, epidoto, ecc.

Coccolite. — Roccia costituita quasi esclusivamente di pirosseno granulare.

Ofitone. — Pirosseno verde e feldispato granulare.

Porfido pirossenico o *melafiro* (1). — Cristalli d'augite in una pasta feldispatica.

Basalte. — Intima commistione d'augite, di labradorite e di ferro titanato, spesso con olivina.

Augitofiro. — Lo stesso con cristalli d'augite disseminati nella pasta feldispatica.

Leucitofiro. — Lo stesso con cristalli di leucite.

Lava (2). — Roccia a struttura generalmente bollosa o scoriacea,

(1) Altri denominano melafiri certi porfidi euritici coloriti in nero o verdastro da molto amfibolo sparso nella massa.

(2) Così la lava come il basalte costituiscono allo stato detritico o frammentario i lapilli e ceneri e le bombe vulcaniche.

costituita essenzialmente di feldispato e d'augite. Quando vi prevale l'elemento feldispatico dicesi leucostina, quando vi abbonda il pirossenico si denomina tefrina (1). Nel primo caso si accosta alla trachite, nel secondo al basalte.

Amfibolite. — Roccia costituita quasi esclusivamente di amfibolo, per lo più orneblenda.

Diorite. — Amfibolo con un feldispato che è per lo più labradorite.

Diorite porfiroide. — Varietà della stessa a struttura porfiroide.

Diorite orbicolare. — Amfibolo e feldispato anortite disposti in sferoidi, a zone alternanti e concentriche per concentrazione cristallina.

Diabase. — Misto di augite e di oligoclasio od altro feldispato.

Ofite o *verde antico.* — Pasta amfibolica verde con cristalli di feldispato verdastro.

Prasofiro. — Diorite porfiroide a cristalli spesso cruciformi.

Afanite. — Diorite ad elementi indistinti.

Giada o *nefrite.* — Miscuglio omogeneo, compatto e tenace di amfibolo bianco o tremolite e di feldispato (2).

IV.

Roccie serpentinose.

Serpentina od *ofiolite.* — Roccia principalmente costituita di serpentino.

Serpentina porfiroide. — Varietà della precedente che contiene cristalli, di diallagio, di bastite o d'iperstene disseminati.

Oficalce. — Serpentina venata di calcare.

Ofisilice. — Serpentina compenetrata di silice.

V.

Roccie talcose e cloritiche.

Talcite o *talcoscisto.* — Roccia scistosa costituita prevalentemente di talco con quarzo ed altri elementi accessori più o meno copiosi. Fa talora transizione al gneiss talcoso.

(1) Sotto il nome di lava alcuni comprendono, in complesso, le più comuni roccie vulcaniche, cioè la lava propriamente detta, la trachite, la fonolite, il basalte, ecc.

(2) Allorchè si trae dalla cava la giada è così molle che si può lavorare col coltello; acquista in seguito durezza e tenacità.

Pietra ollare. — È una roccia compatta, suscettibile di lavorarsi al torno, che risulta di talco, steatite, clorite, ecc.

Cloritescisto o *cloroscisto.* — Scisto contenente una porzione ragguardevole di clorite.

VI.

Roccie micacee.

Ialomicte. — Mica e quarzo.

Minetta. — Mica e feldispato ortose cristallino.

Corneana. — Varietà della precedente, in cui l'ortose si trova nella condizione compatta o di petroselce.

Micascisto o *micacite.* — Mica prevalente, quarzo granulare ed altri elementi subordinati. Struttura eminentemente scistosa.

VII.

Roccie feldispatiche.

Granito. — Feldispato, per lo più ortose, quarzo e mica, tutti in cristalli più o meno manifesti.

Granito porfiroide. — Varietà del precedente, nella quale l'ortose si trova in grossi cristalli sparsi in una pasta granitica ad elementi minuti.

Leptinite o *granulite.* — Contiene gli stessi elementi del granito, con ortose assai prevalente e struttura granosa.

Pegmatite. — Granito privo o quasi privo di mica.

Pegmatite grafica. — Varietà della precedente, in cui i cristalli sono per la massima parte disposti secondo piani fra loro paralleli.

Protogino. — Granito in cui la mica è sostituita da talco.

Sienite. — Granito in cui la mica è sostituita da amfibolo.

Gneiss. — Granito i cui elementi sono come schiacciati e disposti secondo piani paralleli, con struttura imperfettamente scistosa. Può essere porfiroide, granulare, ecc. Havvi un gneiss protoginico, che contiene talco invece di mica, ed un gneiss sienitico, in cui la mica è sostituita da amfibolo.

Porfido. — Pasta feldispatica omogenea e compatta, sparsa di cristalli d'ortose e d'oligoclasio.

Porfido quarzifero. — Porfido, per lo più oligoclasifero, con quarzo.

Piromeride. — Porfido, i cui cristalli sono aggruppati in masse sferoidali raggiate.

Eurite o *petroselce.* — Pasta feldispatica più o meno omogenea.

Trachite. — Ortose vitreo o sanidino, talvolta con oligoclasio, ed albite, in qualche caso oligoclasio o labradorite senz'altro; generalmente un po' d'orneblenda e di mica.

Domite. — Varietà terrosa della stessa.

Trachite anortitica. — Associazione di anortite e nefelina.

Oligoclasite. — Oligoclasio cristallino.

Fonolite. — Pasta feldispatica, per lo più di sanidino, con nefelina ed una zeolite.

Retinite. — Pasta feldispatica vetrosa per effetto di una fusione incompleta.

Ossidiana. — Pasta feldispatica completamente vetrificata e disidratata.

Perlite. — Aggregato di sferette vetrose feldispatiche, dotate di struttura laminare e concentrica.

Gallinace. — Basalte incompletamente vetrificato.

Conglomerato vulcanico. — Detriti di roccie vulcaniche cementati. Questa roccia prende varie denominazioni secondo gli elementi di cui risulta. Può essere quindi trachitica, pomicea, scoriacea, ecc.

Tufo vulcanico. — Prodotto terroso del lento disfacimento della lava e d'altre roccie vulcaniche.

Trass o *tufo bianco.* — Prodotto della scomposizione di ceneri trachitiche.

Peperino. — Conglomerato vulcanico di scorie, lave basaltiche, ecc., a cemento tufaceo.

Pozzolana. — Sostanza terrosa, ricca di silicato d'alluminio e d'ossido di ferro, prodotta dal disgregamento molecolare delle roccie pirosseniche e peridotiche.

VIII.

Roccie argillose.

Caolino. — Silicato d'alluminio quasi puro, infusibile ad alta temperatura.

Argilla. — Silicato d'alluminio terroso ed impuro, proveniente in generale dall'alterazione delle roccie feldispatiche.

Argilla plastica. — Argilla omogenea, dotata della proprietà di formare coll'acqua una pasta eminentemente plastica.

Argilla figulina. — Argilla contenente un po' di calce, meno plastica della precedente; ad alta temperatura si vetrifica.

Argilla smectica o *da gualchiera.* — Argilla poco plastica e *idrata,* formata per deposito chimico.

Argilla scagliosa. — Argilla a frattura scagliosa, con silicato idrato di magnesio ed ossidi coloranti.

Marna. — Argilla e calcare misti in ugual proporzione.

Scisto argilloso. — Roccia assai scistosa, contenente argilla, silice ed altri materiali.

Scisto galestrino. — Roccia costituita prevalentemente di argilla compenetrata di silice idrata e mista di ossidi metallici.

Fillade o *ardesia.* — Silicato d'alluminio e di magnesio, con silice, materie carboniose ed altri elementi accessori. È eminentemente scistosa.

Novacolite. — Roccia costituita di elementi argillosi, talcosi e silicei a struttura finamente granulare.

Gabbro rosso. — Scisto argilloso compenetrato di ossidi e silicati metallici, generalmente con silice.

IX.

Roccie calcaree.

Calcare. — Roccia costituita di carbonato di calcio o calcite con svariati materiali estranei. Secondo la sua struttura può essere compatto, grossolano, saccaroide, lamellare (1), cavernoso, ecc.

Calcare oolitico. — Agglomerato di sferette calcaree che ricordano uova di pesce.

Calcare pisolitico. — Agglomerato di globetti calcarei a strati concentrici della dimensione media di comuni piselli.

Calcare fossilifero. — Calcare contenente abbondanti resti organici.

Lumachella. — Calcare, generalmente cristallino, formato in gran parte di conchiglie fossili.

Creta. — Calcare terroso, depositato per via chimica, o costituito in gran parte di residui organici microscopici (2).

(1) I comuni marmi bianchi sono per lo più calcari saccaroidi; i cipollini sono calcari sparsi di vene talcose.

(2) Il vocabolo *creta* ha in geologia un significato diverso da quello che gli si attribuisce nel linguaggio comune.

Arenaria calcare. — Aggregato di minuti detriti calcari.

Breccia calcare. — Aggregato di frammenti angolosi di calcare.

Puddinga calcare o *gomfolite.* — Aggregato di ciottoli calcarei.

Alabastrite o *alabastro orientale.* — Calcare cristallino zonato, depositato da acque calcarifere.

Travertino. — Calcare concrezionato, grossolano, depositato da acque dolci calcarifere.

Panchina. — Travertino marino.

Calcare silicifero. — Calcare con silice.

Glauconia calcare. — Calcare commisto di silicato di ferro idrato, verde.

Calcare argillifero o *idraulico.* — Calcare che contiene una certa proporzione d'argilla.

Calcare litografico. — Calcare misto a poca argilla, compatto, duro ed omogeneo.

Calcare alberese. — Differisce dal precedente, perchè contiene maggior proporzione d'argilla e d'altre materie estranee al calcare.

Dolomia. — Calcare misto di carbonato di magnesio.

Gesso. — Roccia costituita di solfato di calcio idrato o selenite.

Alabastro. — Varietà di gesso a struttura ceroide, omogenea.

PARTE UNDECIMA.

RICERCA E RACCOLTA DEI MINERALI.

La posizione geografica e il clima non hanno influenza alcuna sulla distribuzione dei minerali alla superficie della terra. L'esistenza e la copia di molte specie di minerali in un dato territorio sono invece subordinate ai fenomeni geologici di cui questo è stato teatro. Pertanto il mineralista viaggiatore non mancherà, prima di cominciare le sue ricerche, di procurarsi notizie circostanziate sulla costituzione geognostica e geologica del paese che egli si propone di esplorare, ond'essere in grado di raggiungere con maggior sicurezza e sollecitudine le giaciture più promettenti.

In generale, le località più ricche di svariate specie di minerali sono quelle che hanno sofferto maggiori sconvolgimenti ed alterazioni per opera degli agenti endogeni. Ove si adergono montagne o colline, ove gli strati furono più sconvolti e spezzati, ove le formazioni furono attraversate da dicchi, filoni, vene, e subirono l'azione di un'alta tem-

peratura o quella di emanazioni minerali, ove sorsero vulcani, salse, geyser, soffioni, colà troverà il campo più propizio alle sue raccolte.

Da quanto precede emerge che le formazioni metamorfiche e ignee sono quelle ove ha sede il massimo numero di specie minerali.

Le roccie granitiche ricettano talvolta svariati minerali cristallizzati e specialmente silicati; così nel granito di San Piero in Campo, nell'isola d'Elba, si raccolgono in nitidi cristalli: albite, ortose, labradorite, petalite, polluce, epidoto, natrolite, heulandite, clorite, diallagio, ecc. Alcune di queste specie derivano verosimilmente dall'alterazione di minerali preesistenti, per effetto degli agenti esterni o in conseguenza di fenomeni dipendenti dal metamorfismo.

Le lave, le trachiti, le pomici, le fonoliti, i basalti, massime quando assumono forma amigdaloide, sono ricchissime di minerali, che in parte non s'incontrano in altre giaciture (molti cloruri ed ossidi metallici, carbonati, solfati, silicati, ecc.). Si raccolgono poi peculiari incrostazioni e sublimazioni sulle stesse roccie, attorno ai crateri vulcanici, presso l'orifizio delle fumarole e nei massi rigettati durante le eruzioni. Finalmente, le roccie laviche alterate dalle acque e dagli altri agenti atmosferici danno origine ad una moltitudine di sostanze e particolarmente a silicati idrati.

Le roccie metamorfiche, esse pure, non mancano di minerali interessanti per lo studioso, i quali talvolta sono disseminati nella pietra e tal altra occupano geodi, *forni* o *saccoccie* (1) e fenditure. Le dolomie saccaroidi del San Gottardo e della valle di Binnen, nel Vallese, sono celebrate per le molteplici specie che forniscono ai gabinetti mineralogici e in particolar modo pei corindoni, tormaline, dufrenoysiti, realgar, jalofani, baritine, celestine, quarzi, miche, siderosi, rutili, magnetiti, staurotidi, feldispati, granati, ecc. Il marmo di Carrara offre, nelle sue geodi, splendidissimi cristallini di quarzo, tra i quali sono rappresentate molte diverse forme proprie a questa specie. Il gabbro rosso della Toscana e del Bolognese dà ricetto ad interessanti zeoliti.

I combustibili fossili, il petrolio (la cui importanza industriale tanto si accrebbe in questi ultimi anni), l'ambra, la copalina, i bitumi, lo zolfo, il salgemma, la fosforite, la selenite o gesso, la marcasita, la celestina, la baritina sono propri ai terreni di sedimento; non tutti però possono dirsi esclusivi ai medesimi.

Il mineralista viaggiatore potrà esplorare con vantaggio affine di arricchire la propria collezione:

1° Gli antichi condotti d'acque minerali e i serbatoi in cui queste ristagnano per lungo tempo. (I depositi e le cristallizzazioni formati da

(1) Così si denominano le cavità di una certa ampiezza tappezzate di cristalli.

tali acque sono altamente interessanti, non solo per gli svariati composti che vi sono rappresentati, ma ancora per la luce che spargono intorno alla genesi dei filoni e degli altri giacimenti metalliferi);

2° Le guaniere, che somministrano talvolta sali ammoniacali e fosfati non destituiti di qualche pregio;

3° Le miniere di salgemma, ove egli potrà procurarsi varii cloruri (silvina, carnallite, tachidrite) che trovansi nella parte più superficiale del deposito salifero;

4° Le miniere di litantrace e di lignite, perchè in questi combustibili fossili si annidano sovente carburi d'idrogeno, ossalati ed altri assai ricercati dagli studiosi.

Egli non deve omettere di esaminare altresì i materiali mobili che costituiscono i terreni alluviali e i letti di certi corsi d'acqua, sia perchè possono condurlo sulle traccie di qualche importante scoperta, sia perchè danno facilmente un'idea generale approssimativa della costituzione geognostica d'un paese.

Nei detriti alluviali più minuti s'incontrano talvolta metalli nativi (oro, platino, argento, palladio), gemme (diamante, corindone, berillo, giargone, cimofane, granati) ed ossidi metallici (ferri titanati, magnetite, cassiterite). Generalmente, questi e gli altri corpi contenuti in tali giacimenti hanno subito, per effetto delle acque, una specie di classificazione naturale; si sono cioè distribuiti per ordine di densità, raccogliendosi i più pesanti nelle regioni in cui le correnti acquee furono più potenti, i più leggeri nei punti in cui si verificava la condizione opposta. Si osserva, per la ragione stessa, che in alcuni bacini alluviali i corpi più densi sono situati alla base del deposito e i più leggeri alla superficie.

I minerali fluitati, e perchè si trovano generalmente disgiunti dalla loro matrice e perchè le forme loro caratteristiche sono sempre più o meno alterate dal logoramento, offrono per lo studioso minore interesse degli altri; ma, quando si tratti di specie non comuni, non debbono essere trascurati dal raccoglitore.

Si raccomanda, finalmente, ai viaggiatori e soprattutto ai naviganti di conservare i campioni di roccie e di minerali estratti dai fondi marini collo scandaglio o in altra guisa, perchè molto importanti per lo studio della litologia sottomarina (1).

(1) S'intende che ogni campione deve essere corredato di esattissime indicazioni circa la posizione geografica e la profondità del punto in cui fu raccolto.

I.

Ricerca delle meteoriti.

Alla superficie del suolo e, in qualche raro caso, nei depositi acquei di recente formazione, si trovano pietre o massi, per lo più ferruginosi, caduti sulla terra dagli spazi celesti. Il viaggiatore cui piacesse di attendere alla ricerca di tali preziosissimi oggetti dovrà imparare a conoscerli, osservando i loro svariati aspetti nelle raccolte mineralogiche in cui se ne conserva una ricca serie (1).

Le meteoriti *litoidee* od *areoliti* si distingueranno precipuamente mercè la patina nera o bruna di cui sono coperte, patina che sembra il risultato d'una imperfetta e superficiale fusione. Le meteoriti *metalliche o ferri meteorici* risultano prevalentemente di ferro nativo, cui si associa quasi sempre il nichel; esse sono, in generale, cavernose o cellulose e nelle cavità loro suol annidarsi l'olivina (silicato di magnesio, vitreo, granuloso, di color verdastro), talvolta insieme ad altri minerali.

Le prime possono facilmente confondersi, per l'aspetto loro, con certe pietre vulcaniche, massime basalti e trachiti; le seconde assumono talvolta l'apparenza di scorie di fucina. Vuolsi inoltre avvertire che le areoliti presentano quasi sempre piccole dimensioni, mentre i ferri meteorici raggiungono perfino il peso di migliaia di chilogrammi.

La ricerca delle meteoriti si potrà tentare con maggior probabilità di successo:

1° Nei luoghi in cui la voce popolare, le tradizioni ed anche documenti storici accennano a pioggie di sassi, allo scoppio di bolidi o ad altri fenomeni analoghi;

2° Sulle ampie distese di ghiacci o di nevi, tanto nelle regioni polari quanto sulle alte montagne. Ove i ghiacci e le nevi sono distanti da luoghi abitati, si potranno pur cercare proficuamente le polveri meteoriche, quand'anche si sospetti aver esse un'origine terrestre. In ogni caso la distribuzione e la composizione di tali polveri, ove si incontrano, merita di essere studiata con somma cura;

3° Nei deserti arenosi o rocciosi che offrono molta uniformità di aspetto e di costituzione, ed in cui è più facile, per conseguenza, la scoperta di ogni pietra che non sia uno degli elementi normali costitutivi del suolo.

(1) Si citano tra le più cospicue collezioni di meteoriti quelle dell'I. e R. museo mineralogico di Vienna e del museo del Giardino delle Piante di Parigi.

Si veda in proposito l'opera di Daubrée, intitolata: *Études synthétiques de géologie expérimentale*, vol. II - Paris, 1879.

II.

Raccolta dei minerali.

Quando la raccolta dei minerali dovesse farsi in roccie detritiche o sciolte, gli strumenti più opportuni all' uopo sarebbero marre e zappe. Se le roccie fossero, all'incontro, tenere, ma dotate di una certa tenacità, come sono il salgemma, il litantrace, i calcari grossolani, i gessi, sarebbe miglior partito servirsi di picconi, mazze, cunei e leve. Per quelle che son compatte, ma non scintillanti coll'acciarino, come i marmi, le serpentine, le arenarie, occorrono inoltre i punteruoli e subordinatamente mine a polvere o a dinamite.

A quest'ultimo mezzo, vale a dire alle mine, si ricorre quasi esclusivamente, quando si tratti di pietre assai tenaci ed alquanto dure, come i basalti, i porfidi, i graniti. Finalmente quando si ha che fare con roccie ad un tempo durissime e tenacissime, come sono certi quarzi, i pratici consigliano anche, a vicenda, l'applicazione del fuoco e l'uso dei punteruoli (1).

Come stromenti d'escursione, i martelli appuntati da geologo e le punte da scalpellino sono indubbiamente i più necessari.

Se si trattasse di staccare un minerale fragile da una roccia più o meno dura e tenace, converrebbe circoscrivere attorno all'esemplare un saggio di sufficiente grossezza, per mezzo di un solco fatto a scalpello sulla roccia madre, e staccarlo poi con qualche colpo bene assestato. Il solco sarà tanto più efficace, se praticato perpendicolarmente al piano della più facile frattura. In ogni caso, per agevolare l'operazione è bene profittare delle falde di stratificazione, nonchè dei piani di facile frattura dipendenti dalla scistosità o dal ritiro.

La ricerca dei minerali contenuti nelle sabbie e nelle terre alluviali può essere agevolata dal lavaggio, operazione facile e spedita, mercè la quale si sceverano i minerali più pesanti dai più leggieri. Se, per esempio, si vuol verificare la presenza dell'oro o del platino in una rena o terra qualsiasi, se ne prende un pugno, si pone in una scodella di legno o di metallo, assai svasata (in forma di padella senza manico) e del diametro di 20 a 25 centimetri, e, riempitala d'acqua, si agita con moto circolare, in guisa che il liquido s'intorbidi. Questo allora si fa traboccare con cautela, in modo che porti seco i materiali più leg-

(1) Si troveranno precise indicazioni pratiche e teoriche sulla ricerca e la estrazione dei minerali nell'opera di Burat, intitolata: *Traité du gisement et de l'exploitation des minéraux utiles* — Paris, Langlois et Leclercq, 1855.

geri, senza trascinare i più pesanti. Quindi nuovo liquido si immette nella tazza e si ripete la stessa operazione, finchè l'arena non sia ridotta ad una piccola frazione del volume primitivo.

Il risultato medesimo si consegue facendo immergere ed emergere lentamente, nell'acqua, il vaso contenente la rena ed alternando questo movimento con altro in senso giratorio. Le particelle d'arena residuali risulteranno in ogni caso dei minerali più pesanti, tra i quali l'oro ed il platino si distinguono facilmente ad occhio nudo, o meglio per mezzo di una lente, pel colore e la lucentezza loro proprii.

La riuscita del lavaggio dipende in massima parte dalla destrezza e dalla esperienza dell'operatore. Chi volesse porre in opera un tale sistema di ricerca, senza averlo mai praticato da prima, farà bene ad esercitarsi nel lavaggio di una sabbia qualsiasi, in cui abbia introdotta una proporzione nota di limatura di ferro.

Se la sabbia sia previamente passata ad un crivello di conveniente sottigliezza, il lavaggio ne riesce assai più agevole. Finalmente, per concentrare quanto è possibile il metallo prezioso contenuto nei residui del lavaggio, è utile di eliminarne, mediante la calamita, il ferro titanato e la magnetite che quasi sempre vi si contengono.

Allorchè le specie minerali offrono soltanto un interesse scientifico, raccogliendo un certo numero di esemplari, si provvede sufficientemente alle richieste della scienza. Ma quando si tratta di minerali suscettibili di somministrare materiali utili alla società, la missione dello esploratore diventa più ardua. Egli deve tentare allora tutti i mezzi che sono in suo potere per riconoscere la natura, l'estensione e la ricchezza del giacimento, ed informarsi delle circostanze relative alla convenienza e alla possibilità di usufruttarlo (1).

Nel caso in cui si faccia raccolta di minerali per fini scientifici, conviene dar la preferenza agli esemplari cristallizzati e a quelli specialmente i cui cristalli sono più nitidi e perfetti, indipendentemente dalle loro dimensioni. Tutte le forme regolari di una specie, tutte le geminazioni e, in generale, tutti i cristalli o le cristallizzazioni dotati di qualche particolarità hanno un certo interesse per lo studio e meritano attenzione.

(1) Fra le circostanze da osservarsi, le principali sono: la distanza del giacimento dal mare, da un fiume o canale navigabile o dal più prossimo centro di popolazione; se vi sono strade in quella località e in qual condizione si trovano; la natura del terreno in ordine alla durezza della roccia e alla stabilità dei lavori sotterranei; le condizioni idrografiche della località, riguardo agli ostacoli che le acque possono opporre all'esercizio di una miniera; se nel paese si trova acqua potabile e legna e a che distanza; qual sia il prezzo della mano d'opera e dei trasporti al mare o alla città più vicina; se il paese è salubre; se gli abitanti sono ospitali, ecc.

Queste considerazioni si riferiscono solamente, ben inteso, ai minerali suscettibili di presentarsi cristallizzati.

Sia o no cristallizzato un minerale, cresce il suo pregio se vi aderisca una parte della sua ganga, la quale, mentre serve di sostegno alla parte più delicata dell'esemplare, ne dimostra pure, fino ad un certo punto, le condizioni di giacitura e le associazioni. È poi utile che i saggi destinati alle collezioni scientifiche, massime a quelle dei pubblici stabilimenti, non sieno di dimensioni troppo piccole, benchè nulla si possa prescrivere d'assoluto a questo riguardo, come pure rispetto alla forma e al numero degli esemplari.

Ogni saggio mineralogico deve essere munito d'una cartolina sulla quale sia scritto: 1° un numero d'ordine; 2° il nome della specie o della varietà, quando sia noto; 3° il nome della località e del territorio ove fu raccolto coll'aggiunta di tutte le indicazioni necessarie pel pronto ritrovamento della località stessa; 4° un cenno della natura geologica e litologica del giacimento che ricettava il minerale; 5° il nome del raccoglitore e la data della raccolta.

Il numero d'ordine vale di contrassegno a ciascun oggetto, tanto sulla cartolina quanto nelle note che l'esploratore può aver fatte nel proprio giornale, intorno all'oggetto medesimo, e pertanto non deve essere ripetuto che sugli esemplari fra loro perfettamente identici, raccolti nello stesso luogo e nel medesimo tempo. Affine di ovviare ad ogni pericolo di confusione, quel numero può essere attaccato sul saggio per mezzo d'una cartolina ingommata, o in altro modo qualsiasi, purchè facile e non pregiudicievole al saggio.

I minerali terrosi, polverosi od arenacei si sogliono riporre in scatole di legno o di metallo. Quelli che sono facilmente alterabili all'aria o deliquescenti, nonchè i liquidi, si conservano in boccette o tubi di vetro.

Nel caso in cui si fosse raccolta una specie che si suppone assai instabile, come sono, a cagion d'esempio, certe sublimazioni vulcaniche, sarebbe prudente introdurla in un tubo d'assaggi e saldar questo ermeticamente per mezzo del cannello (1). Si conseguirebbe ancora meglio la conservazione dell'esemplare, riempiendo previamente il tubo di un gas o di un liquido che non reagisse chimicamente sul minerale. Ma le varie operazioni che si richiedono all'uopo sono troppo lunghe e delicate perchè, nella massima parte dei casi, l'esploratore abbia agio e tempo di eseguirle.

(1) Per saldare un tubo di vetro *alla lampada*, si scalda a due terzi della sua lunghezza, poi si *tira*, finchè raggiunga una certa lunghezza; ed allora si proietta il dardo del cannello sul punto più sottile della tiratura, in guisa che ivi spontaneamente si chiuda e si separi in due.

Così pei minerali come pei fossili e per le roccie, non sapremmo abbastanza insistere sulla necessità di un imballaggio accuratissimo.

Nella pluralità dei casi un po' di stoppa, d'aliga, di paglia o di fieno e qualche foglio di carta bastano a salvare, dagli urti e dagli attriti un campione mineralogico. Ma quando si tratti di esemplari fragili e soprattutto di minerali dotati di cristalli aciculari o capillari, non debbono esporsi ai rischi di un viaggio, se non sono chiusi in apposite scatolette di cartone o di legno, ricolme di crusca sottile, di bambagia, o di altra materia soffice che impedisca il contatto dell'oggetto colle pareti della scatola. In ogni caso, la raccolta, già distribuita in pacchi e scatolette, si collocherà, per essere trasportata, in solide casse di legno rettangolari, non troppo ampie, intercalando un opportuno riempitivo in ogni interstizio.

Chiuderemo la nostra raccolta di appunti e di notizie, recando i nomi di alcuni fra i più noti mineralisti italiani, presso i quali ogni viaggiatore che lo desiderasse troverebbe indubbiamente consiglio ed assistenza: professore Bombicci, a Bologna; prof. Grattarola, a Firenze; prof. D'Achiardi, a Pisa; prof. Uzielli, e prof. Spezia, a Torino; professor Strüver e dott. Panebianco a Roma; prof. Scacchi a Napoli.

APPENDICE.

METEOROLOGIA ENDOGENA

PER

MICHELE STEFANO DE ROSSI.

PARTE PRIMA.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

Il titolo di quest'articolo indica abbastanza, che esso presenta allo studio un nuovo ramo della meteorologia. La novità non risiede nella materia, ma nel metodo e nello scopo delle ricerche. Il dinamismo tellurico, il quale si manifesta nei molti fenomeni che chiamansi endogeni, non fu giammai sottoposto ad un esame complessivo ed ordinato. Perciò cotesti fenomeni non formarono mai nella scienza un corpo speciale od una sezione individuale. I terremoti e le eruzioni vulcaniche furono mai sempre stimati fenomeni accidentali, isolatamente studiati e quasi soltanto dai geologi; le sorgenti termali e minerali spettavano principalmente al campo della medicina e della chimica; il regime delle acque circolanti sotterra apparteneva soprattutto alla parte industriale della scienza degli idraulici; l'elettricità terrestre era ricercata nelle sue fasi soltanto dai meteorologisti. Non si era pensato finora di sottoporre tutti insieme i fenomeni endogeni ad un esame giornaliero e comparativo delle loro manifestazioni, in guisa da sorprenderne le fasi e le variazioni con metodo analogo al praticato per la meteorologia atmosferica. Nè si era conosciuto che con questo solo metodo i fenomeni endogeni potevano essere proficuamente confrontati coi meteorologici, onde indagarne le vicendevoli relazioni.

L'organizzare cotesta forma di studi sopra i fenomeni endogeni fu pensiero costante di uno di noi, in seguito soprattutto alla scoperta dei

movimenti microscopici del suolo dovuta al Bertelli, come ora si dirà. Tale pensiero trovò sollecita accoglienza in Italia; talchè da sette anni se ne viene ogni dì più allargando l'applicazione.

Dimostrare l'esistenza di questo nuovo ramo di studi ed i primi progressi fattivi in Italia, ed oltre a ciò esporre il metodo delle osservazioni e gli strumenti nuovamente immaginati formano lo scopo di una opera redatta da uno di noi ed intitolata *Meteorologia endogena*. (1) Il medesimo ha anche fondato un *Bollettino* intitolato *del vulcanismo italiano*, il cui scopo è di raccogliere, divulgare e prontamente interpretare i fenomeni tutti terrestri provenienti dalla interna attività (2).

È chiaro che lo scopo di questa scienza è promiscuamente geologico e meteorologico. Geologici sono i risultati dei fenomeni endogeni: e questi erano finora soltanto studiati di preferenza. Ma la geologia stessa ora viene studiata nella sua parte dinamica; ed in questa deve essa avvalersi delle ricerche, che vanno sotto il titolo generico di fisica terrestre. Così la meteorologia atmosferica è divenuta una potente ausiliare della geologia nello studio della sua dinamica esterna. E poichè, per ciò che riguarda la dinamica interna, ossia i fenomeni endogeni, non esisteva una sezione speciale della fisica terrestre, è stato necessario il costituire questo ramo nella *meteorologia endogena*. L'appellativo poi di *meteorologia* attribuito allo studio dei detti fenomeni viene dalla duplice ragione, che nelle manifestazioni dei fenomeni endogeni debbonsi studiare le relazioni, che essi abbiano con la meteorologia atmosferica, e dalla forma periodica e perciò meteorologica, che presentano le manifestazioni dei fenomeni interni; forma ormai abbastanza certificata dai recenti studi organizzati in Italia.

Da queste premesse è abbastanza chiaro, che lo studio ordinato di tal forma meteorologica esige un metodo speciale di osservazioni continue, simili alle praticate nella meteorologia atmosferica, onde seguire tutte le fasi e le variazioni dei fenomeni endodinamici. Sarà del pari necessario l'arricchire quanto più è possibile il corredo delle notizie storiche intorno ai simili fenomeni dei tempi passati. Soltanto per questa duplice via si potranno accumulare ingenti materiali, per chiarire la oscurissima questione della causa dei fenomeni volgarmente appellati vulcanici, e dello stato dell'interno del nostro pianeta.

(1) *La meteorologia endogena* — Biblioteca scientifica internazionale, vol. XIX — Milano, fratelli Dumolard, 1879.

(2) *Bullettino del Vulcanismo Italiano* — Periodico geologico ed archeologico per l'osservazione e la storia dei fenomeni endogeni nel suolo d'Italia, redatto dal professore M. S. De Rossi. — Roma, Aracoeli, 17 (Prezzo lire 8 annue). Cominciò a pubblicarsi l'anno 1874.

PARTE SECONDA.

FENOMENI DA OSSERVARSI.

Tutti sanno che il più frequente, il più universale ed il più misterioso fra i fenomeni endogeni è il terremoto. Abbiamo accennato di sopra che il Bertelli per il primo trovò modo di accertarsi dell'esistenza e di studiare le fasi delle vibrazioni microscopiche del suolo (1). Con questo studio il terremoto, che sembrava un fenomeno accidentale e specialmente proprio dei terreni vulcanici, e che era apprezzato solo quando era avvertito dai sensi, divenne un fenomeno proprio di qualunque terreno e sempre attivo, con periodi di massimo e di minimo. Dopo la scoperta del Bertelli applicate simili ricerche agli altri fenomeni endogeni, sia di ordine eruttivo, sia di altro genere, in tutti si ritrovò la medesima forma di periodicità a massimo e minimo.

Nella brevità e nello scopo di questa nota, che deve soltanto servire per indicare ai viaggiatori i punti di studio da prendere di mira, non possiamo svolgere nè le prove delle asserte verità, nè descrivere ampiamente i metodi di osservazione. Già l'essere dirette queste parole ai viaggiatori, include l'obbligo di apprestare loro ciò che è consentaneo alla mobilità propria della loro missione. Egli è impossibile aspettarsi dal viaggiatore ricerche diuturne sulla meteorologia endogena, quali potrebbero esser fatte in un osservatorio. Quindi è che il viaggiatore, per questo ramo di studi, potrà soltanto utilmente fare raccolta di notizie storiche e tradizionali circa i fenomeni avvenuti nei luoghi, ove egli trova le traccie attive o recenti della endodinamica terrestre. Inoltre, egli potrà stabilire centri di osservazione e di corrispondenza, acciò non si perdano in avvenire almeno i fatti più salienti. Ma pure qualche osservazione a breve periodo e con mezzi solleciti potrà esser fatta dagli stessi viaggiatori. Perciò qui enumeriamo alquanto più particolarmente i fenomeni, sui quali deve essere fermata l'attenzione, ed esporremo per alcuni di essi i dati da certificare e qualche mezzo sollecito per determinarli.

I fenomeni, che sopra ogni altro debbonsi sorvegliare per sorpren-

(1) Le molte memorie del Bertelli intorno a questo argomento trovansi sparse negli *Atti della Pont. Acc. dei Nuovi Lincei di Roma* dal 1873 al 1878 e nel *Bullettino di bibliografia e storia delle scienze metafisiche e fisiche*, anno 1872. Sono però tutte riassunte nella parte bibliografica del *Bullettino del Vulcanismo italiano*.

derne e farne conoscere le manifestazioni sono: le variazioni nelle emanazioni dei gas, nei luoghi ove esse esistono; le variazioni di temperatura, nei luoghi sotterranei; le variazioni di quantità e di mineralizzazione od almeno di sapore e di temperatura delle acque termali e minerali; le variazioni di livello delle acque sotterranee, massime dei pozzi; le straordinarie perturbazioni degli animali; le comparse straordinarie di gas alla superficie delle acque; gli innalzamenti dell'acido carbonico nelle grotte ove esso esiste; le aurore boreali; le straordinarie correnti elettriche telluriche. Finalmente, debbonsi accuratamente osservare le agitazioni del suolo, le quali però costituiscono tre specie diverse di ricerca: 1° le agitazioni più o meno sensibili, ossia i terremoti; 2° le vibrazioni insensibili scoperte e chiamate dal Bertelli moti microsismici; 3° le oscillazioni lente del suolo, ossia le variazioni orografiche dei continenti.

I.

Terremoti.

Intorno alla prima categoria, ossia i terremoti, i dati che conviene determinare più o meno secondo che si può, sono i seguenti:

1° Semplice indicazione di una scossa avvenuta o di tremiti avvertiti e prolungati;

2° Ora delle scosse o dei tremiti;

3° Ripetizione delle scosse;

4° Qualità della scossa, cioè se sussultoria od ondulatoria;

5° Piano dell'ondulazione;

6° Intensità ò forza del moto;

7° Durata delle onde sismiche;

8° Direzione dalla quale venne il primo urto;

9° Se vi fu rombo o tuono sotterraneo.

Riguardo poi alla forza dei terremoti, è stata adottata la seguente scala convenzionale, dedotta dagli effetti che essi producono:

1° *Scossa leggerissima* — avvertita soltanto dai sismografi o da un sismologo;

2° *Scossa debole* — avvertita da più d'uno;

3° *Scossa leggera* — avvertita da molti, o annunciata dai giornali o da non sismologi, e quando se ne apprende facilmente la durata e la direzione;

4° *Scossa sensibile* — seguìta da tremolìo d'infissi, di cristalli e soprammobili; scricchiolio d'impalcature;

5° *Scossa mediocre* — avvertita generalmente da moltissimi; seguìta nelle città da un tocco di qualche raro campanello; sentita in più luoghi non vicinissimi da non sismologi; quando trema il letto;

6° *Scossa forte* — con suono più o meno generale di campanelli, oscillazioni di lampade, arresto di orologi, nelle campagne tremito visibile o sensibile degli alberi e degli arbusti; quando narrasi che fortunatamente non accaddero danni; quando per timore o per prudenza taluno esce all'aperto: interruzione quasi generale del sonno, nella notte;

7° *Scossa molto forte* — con caduta di calcinacci, suono di campane da torre, strepito, spavento abbastanza generale senza danni, caduta di oggetti e di quadri;

8° *Scossa fortissima* — con caduta di fumaiuoli, lesioni nei fabbricati, fuga dalle case;

9° *Scossa rovinosa* — con caduta totale o parziale di qualche edificio;

10. *Scossa disastrosa* — con grandi rovine e vittime.

Come mezzi di osservazione, nella parte sismica più o meno sensibile, occorre appena ricordare ciò che è notissimo, potersi cioè usare pendoli piccoli e grandi (per averli disposti a piccole e grandi onde terrestri), muniti di una punta immersa nella sabbia. Potrà pure essere adoperato un recipiente con acqua, sulla cui superficie sia sparsa della polvere, la quale, in caso d'oscillazione del liquido, rimarrebbe elevata e aderente alle pareti del vaso. È pure notissimo il sismografo ottenuto da un piattello ripieno di mercurio, in guisa che questo si versi dalla parte d'onde viene l'impulso.

II.

Moti microsismici.

Ma, attesa l'importanza, che sopra abbiamo indicato risiedere nelle fasi di vibrazione microscopica, le quali poi per la loro quasi continuità potranno sempre essere sorprese dal viaggiatore nelle sue anche brevi escursioni, sarà bene che il viaggiatore sia munito di mezzi per coltivare la seconda specie di ricerche sismiche, ossia la microsismologia. Il suddetto piattello col mercurio, attentamente osservato nelle immagini in esso riflesse, indicherà facilmente una gran parte di tali vibrazioni. Ma il viaggiatore potrà utilmente recar seco un livello a bolla d'aria sormontato da un microscopio munito di micrometro nell'oculare. Con questo istrumento portatile potrà essere esplorata la

mobilità dei luoghi, ove anche momentaneamente si faccia sosta in una escursione. Si avverta che è necessario però paragonare il livello con un termometro, onde distinguere dalle sismiche le vibrazioni prodotte nel livello dalla temperatura. Con questo mezzo veggonsi anche le lente oscillazioni del suolo, le quali non producono vibrazione sismica. Col medesimo microscopio potrà guardarsi anche un ago posto verticalmente sopra un galleggiante qualunque alla superficie d'un bagno di mercurio. Le microscopiche vibrazioni della superficie del liquido metallo sono naturalmente ingrandite nella estremità dell'ago, ed il microscopio ingrandendole ancor molto di più le rende visibilissime. Soprattutto poi è da consigliare il facile uso del microfono o di un congegno che ad esso equivalga. Il viaggiatore per ciò non ha bisogno di recar seco altro che il telefono. Imperocchè non gli è neppure necessaria la pila elettrica, potendo il microfono agire per il passaggio di qualsivoglia menomissima corrente elettrica. Questa può essere ottenuta da un bicchiere d'acqua, nel quale venga immerso anche un pezzo di ferro e l'estremità del filo di rame, che deve unirsi al telefono. Il microfono poi si prepara, facendo passare la corrente elettrica per un orologio da tasca, sulla cui calotta si faccia semplicemente toccare l'estremità di uno dei fili uniti al telefono. Adoperando questo speditissimo istrumento in un luogo prossimo ad una mofeta od altra forma di fenomeno eruttivo, si udiranno suoni assai sensibili e variati. In qualunque luogo poi le vibrazioni microsismiche si renderanno manifestissime all'udito.

Che se poi il viaggiatore, dimorando qualche tempo in una stazione fissa, nella quale avesse agio per collocare in luogo solido e non soggetto a tremiti locali un istrumento di qualche precisione per le osservazioni microsismiche, potrà attenersi alle seguenti disposizioni, colle quali egli si troverà più o meno nelle condizioni adottate ora in Italia per le osservazioni microscopiche, che appelliamo normali. Si appenda ad un solido fulcro un pendolo composto da un filo metallico di estrema finezza ed appena capace di sostenere il peso di 100 grammi. A cotesto peso di 100 grammi si aggiunga un ago al disotto, in guisa che dal fulcro al centro di gravità del pendolo corra la distanza di metri 1 50. Più esattamente sarà regolata la lunghezza del pendolo dal numero delle oscillazioni, che compie in un minuto primo. Quindi sperimentalmente il pendolo starà al suo posto, allorchè, provato più volte, si troverà che compie 49 oscillazioni a minuto. Si chiuda questo pendolo in un tubo, onde custodirlo dall'aria; e sia la custodia terminata in un piccolo tubo di vetro del diametro circa di un centimetro, entro il quale si vegga oscillare l'ago che sta unito al peso di 100 grammi. A questo tubo potrà essere avvicinato il microscopio, che ha la graduazione mi-

crometrica nell'oculare, e così contare sulla detta graduazione il numero delle divisioni e delle frazioni delle medesime percorse dal pendolo nelle sue oscillazioni. Conoscendo l'ingrandimento del microscopio ed il rapporto della scala micrometrica verso il millimetro, sarà pur facile conoscere il valore angolare delle osservate oscillazioni, e così avere dati numerici e paragonabili nelle singole osservazioni. Per mezzo di queste condizioni convenzionalmente stabilite in Italia, abbiamo potuto costruire alcune tavole numeriche per valutare la intensità relativa dei moti microsismici, per ciascun luogo, e da queste deducendo delle medie giornaliere, decadiche, mensili, ecc., abbiamo potuto ridurre le osservazioni microsismiche a valori discutibili e graficamente esponibili in curve, donde si manifestano i massimi ed i minimi dell'attività microsismica del suolo (1).

III.

Movimenti lenti del suolo.

Intorno poi alla terza specie di ricerche sui movimenti del suolo, quella cioè che riguarda le lente oscillazioni, che si è detto potersi considerare come variazioni orografiche, devesi avvertire che l'esperienza ha additato esservene in natura di due maniere, delle momentanee cioè e delle diuturne. Le momentanee quasi rientrano nell'ordine dei moti microsismici, anche perchè si osservano coi medesimi mezzi e nel medesimo tempo, nel quale vediamo quei moti del suolo. Si distinguono però da essi per la forma priva di vibrazione e la calma colla quale si effettuano manifestandosi solo col lento spostarsi del pendolo che dopo un tempo più o meno lungo e più o meno breve ritorna a prendere il posto primitivo di a piombo. Ma le diuturne oscillazioni del suolo costituiscono vere e stabili modificazioni della orografia. Intorno a queste i viaggiatori non possono fare osservazioni in altra guisa che raccogliendo notizie ed appurandole sulle variazioni avvenute a memoria d'uomo nei punti di vista: oltre a ciò con osservazioni dirette sulle costruzioni, sui monumenti e sulle linee di livelli antichi delle acque. Ma più potranno giovare stabilendo punti d'osservazione e capi saldi inva-

(1) La necessità di non aggravare con molte e costose figure questa piccola istruzione, ci costringe ad omettere la descrizione di molti istrumenti e di mezzi anche agevoli per fare osservazioni sismologiche e microsismologiche. Chi volesse addentrarsi in questa materia potrà consultare il citato *Bullettino del vulcanismo italiano*, anno IV, 1877, pag. 5; e vi troverà un articolo con figure, intitolato: *Guida pratica per le osservazioni sismiche.*

riabili sulle rocce, sulle cime dei monti e notando le relative loro posizioni; di maniera che i futuri viaggiatori ed esploratori possano, ritornando in quei medesimi punti, ripetere le osservazioni, e notare i cambiamenti se saranno avvenuti.

IV.

Correnti elettriche telluriche.

Per le osservazioni degli altri fenomeni sopra enumerati, in parte sono ovvii i mezzi da applicare, in parte il viaggiatore è costretto ad accontentarsi di apprezzamenti a vista. Accenneremo soltanto, per ciò che riguarda l'esame delle correnti elettriche telluriche, che il viaggiatore dovrebbe recar seco un galvanometro, il più sensibile che possa essere consentito dalla facilità del trasporto; ed oltre a ciò due piastre ovvero due palle di rame inargentate, o meglio nikelizzate, sormontate da due fili di rame, che debbonsi congiungere al galvanometro. Le dette palle o piastre, sepolte nel suolo anche a piccola profondità, permettono di esplorare assai bene il passaggio e le variazioni di forza e direzione delle correnti elettriche telluriche, le quali, moltissime volte, sono poi connesse con i fenomeni eruttivi e sismici, non che con gli atmosferici.

Concludendo questa brevissima istruzione, non sarebbe inopportuno il riassumere i risultati già ottenuti in Italia con questo nuovo metodo di ricerche. Ma poichè ciò esigerebbe lunga esposizione ed uscirebbe dal campo della istruzione relativa ai mezzi ed al metodo d'osservazione, crediamo meglio astenercene e rinviare il viaggiatore che avesse desiderio e comodo di approfondire le sue cognizioni sulla meteorologia endogena, alle opere citate lungo il presente articolo. Non possiamo però por termine senza caldamente raccomandare ai viaggiatori in generale le ricerche sopra questo nuovo ramo di fisica terrestre; perchè dediti come siamo da più anni a raccogliere materiali di tal genere e ad ordinarli, vediamo ogni giorno più chiaramente che in questo ramo di studi esiste un tesoro nascosto finora ed un campo vastissimo ed inesplorato di osservazioni, che potranno fruttare i più preziosi dati per la scoperta delle leggi dominanti nelle spaventose forze endogene e della non sospettata finora, ma forse grande influenza loro, nelle fasi, tuttora poco chiare, della meteorologia atmosferica.

Errata-Corrige.

Pag. 182,	linea 28,	colonna	8,	*invece di*	0,858,	*leggasi*	0,888.
„ 183,	„ 16,	„	2,	„	0,11570,	„	0,15570.
„ 183,	„ 28.	„	7,	„	0,1682,	„	0,61682.
„ 189,	„ 14,	„	14,	„	3070,7,	„	3670,7
„ 194,	„ 12,	„	2,	„	79,306,	„	79,806
„ 194,	„ 15,	„	6,	„	1,701,	„	1,704
„ 203,	nota, linea unica,			„	vol. I,	„	vol. XI.
„ 204,	nota, linea 2,			„	vol. III, 1860,	„	vol. III, 1869.
„ 216,	linea penult., col. 5,			„	10,959	„	60,959
„ 217,	„ 22, colonna 15,			„	33,508	„	32,508
„ 273,	„ 24,			„	N 45° E	„	N 45° O
„ 273,	„ 26,			„	N 58° 40 E	„	N 58° 40 O